

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

跨世纪知识城——

外国科技小集成



跨世纪知识城
外国科技小集成

力量的飞跃——第一次工业革命

转变前的准备

英国于 1688 ~ 1689 年“光荣革命”后，成为一个君主立宪国。由于行会的条文束缚了手工业的发展，革命以后，17 世纪末这种限制大部分已被废除。同时，由于国家方面对经济上的首创行为几乎不加监督，私人财产也得到了保障。到了 18 世纪上半叶，在英国一种全新的生活气息已经出现。

自从伟大的哥伦布发现新大陆以后，世界贸易航道的重点从地中海和波罗的海转移到了大西洋，不列颠这个岛国的航海民族，在地理上就处于一个相对比较有利的位置。

由于海峡阻挡入侵，以及没有卷入欧洲邻国的战争，英国很早就已拥有殖民地。早在女王伊丽莎白二世执政的时代——那还是 16 世纪——英国人就已定居在北美，并在那里建立了弗吉尼亚（为了向未婚的女王致敬，选用了这个名字）以及新英格兰。而在下一个世纪创立了东印度第一家商业公司，且不久就转为股份公司。

主要由商业公司经营的殖民地贸易带来了巨额的利润。金银、香料、烟草、糖、茶、棉布、硝石（对生产火药十分重要）、中国瓷器以及其他殖民地产品源源不断地流向英国。与之交换的是经过加工的产品，如羊毛织物，铁器以及其他必需品。

英国在其舰队的保护下，对殖民地的商业进行垄断，排斥了其他国家在这些地区的贸易。随着商业的繁荣，商人和从事加工事业的人不断增多，其影响以及日益增加的财富在社会上起着越来越大的作用。

由于医疗事业的进步，英国的人口出生率也在逐步上升。到 1750 年，人口已增加 100 多万——从 550 万增加到 650 万，结果是粮价上涨。因此，国会中那些对农业的较高收成和较好收益感兴趣的大地主开垦了新的可耕地。他们积极主张利用村内的公共牧地，并把这些牧地据为己有。这次圈地运动具有农业革命的作用，因为小农和一部分贫苦的乡村贵族失去了他们的牧业所需的饲料基础，也失去了森林木材，土地却日益集中于大地主手中。

因此，不少小农出售了他们的小块耕地，放弃了务农。如果他们不能幸运地成为佃户或承租户的话，有不少人倒是乐意作为长工在困苦中活下去，也有不少人宁愿背井离乡流入城市。所以说，当制造业飞跃发展，以及首批工业地区逐步扩大时，农村的多余人口始终是常备的劳动后备军。随着十八世纪英国传统的农业社会的解体以及由此而出现的人口大规模的迁移——这一发展数代以后在其他国家也随着工业化的开始而出现，城市化以及社会的现代化进程也就开始了。

1707 年，英格兰与苏格兰的边界线撤除了，两个王国联盟扩展为国家的联合。英格兰、威尔士和苏格兰从此形成一个统一的经济区。这个地区不象欧洲大陆到处设立关卡，阻碍贸易。英国在撤除贸易关卡上也走在了前列，这为在全国促进自由经济活动，提供了市场。

那些通过布匹贸易致富的羊毛商人，特别是那些从事海外贸易的商人逐渐成为商人贵族。他们的首创精神在 18 世纪初期不断给制造业以新的激励。除了他们之外，在全国生活逐步改善时，一批中小资产阶级商人也发展起来。他们在社会上的影响固然还不如政治上占领导地位的贵族集团那样大，但是

在经营钱财和追求财富上，却逐步表现出商人讲究实际的理财本领和谋利思想。

那些在自由竞争中不断取胜，成就突出的独立创业人，成为人们思想中的理想人物。他们不依附于国家，不受国家节制，但获得了国家和法制的保护。他们把命运操在自己的手中，充满了活力和企业精神。正是他们在英国发展了生产力。虽然当时英国并不怕其他工业国家的竞争，但他们还是搞了一些发明，在制造业工厂中加以利用，以期获得更大的利润。

在这里，还需提到的是：从 16 世纪起的工场手工业在其发展过程中，培训出相当数量的技术熟练的雇工，如织工、纺工、整梳工、修剪工、染工、漂洗工。另外还有一些特殊因素，如 16 世纪荷兰的政治动乱，法国的胡格诺战争，法对新教的迫害，使这些国家手工业技术工人和富商大量移居英国。这些因素进一步壮大了英国工业革命的劳动力基础。

由于经营方式的改良，农业取得较高的收成。地主和租耕者都积累了资本。18 世纪中叶以后，几乎在所有的城市都建有一所银行。早在这一世纪的上半叶，英国的利息率已在下降，这就为制造业的创建和扩充提供了低息贷款。

这样，英国工业化的前提和条件比任何国家都优越。大工业生产的时机已经成熟。其他欧洲国家虽然也有杰出的能干的手工业者以及具有发明精神的人，但仅仅具有某种风格的才能和技巧还不足以解释正在开始的工业革命。在一个特定的历史环境下，一系列的情况和条件累加在一起，才足以产生新的事物。

工业化的新动力——蒸汽机

法国人德厄·帕潘于 1680 年后，曾在伦敦随物理学家罗伯特·义耳从事科学工作。在其研究蒸汽压力时，首次设计制造了一台简单的蒸汽机。他的想法由其他实践家进一步探讨。十年后，终于制成了矿坑排水用的蒸汽机水泵。萨弗里于 1698 年搞的一种吸入压力水泵“矿工之友”以及托马斯·纽科门于 1712 年搞的火力机械都是蒸汽机时代最重要的先驱机械。

从技术史的观点来看，工业发展的一个伟大转折点的先驱者是令人敬佩的。但在工业史上具有意义的是带来系列生产，广泛发挥工业潜力，从而引起社会变化的成绩。这样的成绩是由詹姆斯·瓦特取得的。同时代的人以及后来的人给了他最高荣誉。他设计了第一台真正可用的蒸汽机，因此被认为是伟大的工程师和实业家。

瓦特的蒸汽机和阿克赖特的纺纱机于 1769 年两者同时获得专利。它们开拓了工业化发展的道路，工业化从此不停地向前推进，到拿破仑时代的末期，还只限于局部地区。从此以后，即以波涛汹涌的规模，在 19 世纪席卷欧洲和北美。到 20 世纪则在经济、社会，即生活的各个方面和领域内改变了整个世界。

苏格兰人詹姆斯·瓦特年轻时代就开始研究当时科学家和实践家都在探索的问题：怎样恰到好处地用水蒸汽做功。1763 年他接受任务把纽科门的“火机”模型转化为实物。从 1712 年起，英国大多数煤矿已装上蒸汽驱动的水泵。这种水泵的吸水功效很差，却消耗大量燃料，工作起来很不经济。直到 1769 年才约有 100 多台多半照纽科门的系统制造的滋滋作响的庞然大物。从这一数字中，可轻易地看出问题的紧迫性以及煤矿经常遇到水患的困扰。但实际

上这种笨重的机器真正可以使用的还不到半数以上。

瓦特深入地研究机器的样机后，认清了功率很低的原因。这是因为在汽缸中喷入冷水，使得在锅炉中产生的蒸汽冷凝。由于失热过多，无法提供足够的低压来提高蒸汽水泵的吸入效能。新进入的大部分蒸汽，在每次冲程把汽缸重新加热时就消耗掉了。瓦特在其 1765 年建成的样机中，装入一个冷凝器，那是一个与汽缸隔开的空室。蒸汽在此冷凝。用这个方法可以在燃料较少的消耗下，获得大得多的功率。由于加装了冷凝设备，最终发明了一种可付诸实用的蒸汽机。此后，瓦特与矿主兼冶炼厂厂主约翰·罗巴克博士签定了一项使用机器的契约。罗巴克看到这一发明的价值，但由于不断建立新厂，资金周转有困难。罗巴克的债权人主要是伯明翰的一个厂主马修·博尔登。伯明翰是一个冶金加工业传统悠久的城市。博尔登在机器行业颇孚声望，受过高等教育，精明能干。他于 1774 年把企业从城市迁往邻近的地区索霍，他在那儿的企业拥有水轮机。他在罗致瓦特之前，已雇佣了好几百人。

博尔登有兴趣将其冶炼厂中的锻压设备、砂轮以及磨光机都配上蒸汽驱动。他从破产的罗巴克财团中获得了瓦特的冷凝器专利。瓦特本人的技术才能，博尔登是了解的。瓦特随即成了企业的合伙股东。此后，瓦特开始了数年如一日顽强地对其发明进行改进。这中间时常伴随着失望与沮丧。

为了钻空能够承受蒸汽压力的铁质汽缸，博尔登和瓦特罗致了享有盛誉的铸造专家约翰·威尔金森。他了解炮筒的浇铸。为了完成这个浇铸任务，他于 1775 年制作了第一台镗床。他的条件是：第一台瓦特式蒸汽机必须交给他，装好后将用来驱动高炉风箱。工程于 1776 年结束。这台机器比过去的机器耗煤少得多，有关人员对此十分满意。成功消息迅速传开，订货单随之纷纷飘来。

第一批机器主要交给康沃尔的矿山使用。在瓦特式蒸汽机投产使用后，矿井开采的深度马上就增加了 36 米。这样就有更多可以开采的矿层。煤炭和矿石的开采深度不断提高。瓦特获得了推崇，并得到其他新的设计专利。到 1780 年共制造了 40 台蒸汽机。

到那时为止，博尔登与瓦特合伙的工厂的产品是往复直线运动的低压蒸汽机。博尔登看到，如果能成功地将机器的运动改为旋转运动，就有机会谋取巨大利润。瓦特又完成了这项设计任务。从此以后，纺纱业（当时英国的最大工业部门）也可装备上效率高的蒸汽机了。1785 年第一批新设计的机器交付使用，从此一万只纱锭通过传动能同时运转。这无疑是给纺织业插上了翅膀。伦敦的一家酿酒厂以及博尔登在伦敦创建的一家大型蒸汽磨面厂是第一批蒸汽机的订户。西印度群岛的一家糖厂和美国的一家锯木厂也订了货。一个没有边际的市场几乎在一夜之间开辟出来。工厂又得到大扩充。

瓦特经过一生的努力取得丰硕的成绩，成了富翁和有名的企业家。当他在 1801 年从他的企业退休的时候，博尔登——瓦特工厂已有从业人员 600 名，成为英国最大的机械厂。瓦特于 1819 年去世，就在这一年他还乘坐过第一艘横渡海洋的蒸汽轮船。英国民族更把他尊为本国的伟大人物之一。在伦敦的威斯敏斯特教堂中为他修建了陵墓。这是一个伟大的发明家应享受的待遇。

瓦特的专利于 1800 年失效以后，无数生产蒸汽机的机器制造厂纷纷建立起来。新的行业不断涌现，这为蒸汽机的制造提供了销售机会，因为蒸汽机为工作机提供动力。新兴工业的发展更是风起云涌。乃至人们称英国开始了

一个“机械狂”的时代。1821年，英国已经有了1,500台蒸汽机在投入使用。

工厂由于不再用水力驱动，已经可以在任何地点修建了。在厂商的信笺上加盖“蒸汽企业”字样，甚至还印上烟囱在滚滚冒烟的厂房图形，这已成为那时一种享有盛誉的标志。工业时代已经开始了。

机械制造业

在工业革命前几百年以来为人熟知的机器，如织机、碾机、耕田用的农具绝大部分都是木制的。只是在生产武器及军需品时，人们才在工场内，积累了金属加工的经验。这里，加工工作超出了手工钳工的范围。在这些还是分散的工场内，人们根据生产的要求，发展了改进的工具和简单的工作母机，已能够加工铸件、锻棒和手柄。金属加工的最古老和最重要的机器是一种长型的简单车床。这种车床仿照木工车床，是17世纪英国制造的。

由于需要还少，人们被迫从事辛苦的手工劳动，生产单件产品。之后很久，也还只生产小批的系列产品。由于机械纺机以及蒸汽机的发明，在18世纪的最后20年，对机器的需要量才迅速增加。工业不仅为需要生产，也为本身生产。因此在英国中部地区，由于有煤及铁厂、炼焦及轧钢厂做基础，工厂到处出现，向工业提供标准机器。

第一批纺机厂隶属于其他一些工厂，在获得阿克赖特的专利许可后，自行独立地制造这种精纺机器，并能进行修理。一些纺织企业不久就完全放弃了本行，光搞铸造和机器制造。这样，先在英国，以后在其他国家，第一批纺织机械厂陆续出现。在机器工业的发展中，棉花主宰一切。机器制造业由于制造蒸汽机并为无数其他行业生产机器和装备，因而可以服务于大规模生产。当机器本身品种增多，可以大规模投产并使用时，它的效益便可成倍地增长。

如前所述，约翰·威尔金森于1775年为第一台蒸汽机制造了第一台汽缸镗床，从而开始了机器制造业的一系列发明和发展。这之后，机器制造业发展得越来越快。这时，一向用木材制作的那些机器零件，现在也用铸铁来替代了。

1787年，机器和车轴滑动轴承获得了专利。十年以后，亨利·莫兹利（1771~1831）以其螺丝车床做出了典范贡献。这种车床装有固定的导轨。切削工具装有机件传动装置，以加工夹紧的工件。这种称为“英国车床”的产品在拿破仑战争后，已在不少国家中使用。其基本原理已与今日的车床结构相同。这种新式车床出现后，就有可能生产任何数量、任何形状的完全相同的机器零件。莫兹利是一位机械业的先驱者以及成绩斐然的工厂主，他发展了齿轮的铣削以及攻丝技术。

他的早期合作者约瑟夫·惠特沃思（1803~1887）于1831年发明了一种车削螺丝的三板牙架。几年后这种板牙架发展成为螺丝车床。这是工业进一步取得进步的不可缺少的前提。他的工厂也是第一次生产空心铸件。詹姆斯·内史密斯（1808~1890年）于1830年制造出蒸汽锤，这在制造技术上是首创的。他的快速刨床在机械业和木材加工业中迅速得到应用。

所有这些革新的进一步完善及普遍应用都还是几十年后的事。但英国的机械制造业，特别是工具机械制造业因此而日益专业化，并明显地繁荣起来。用机器生产机器的生产工序日益细致、精确。系统研究、科学钻研达到前所

未有的精密和积极。与传统的加工方法不同，新的工序可以使生产方法更为合理。合格的工程师的数量还很少，因为当时还缺乏工程师的系统培训，但从英国的一些领先的机械制造工厂的厂校内培训出来的设计人员，已能把工艺技能和精确的科学结合起来。这样，机械制造业从青年时代起就逐步做出成熟的贡献，在个别领域直到 20 世纪，还起着决定性的作用。

在工厂中，体力劳动分工越来越细，笨重的体力劳动已由机械代替。随着机器应用，新的行业也不断涌现。用机械生产方式进行生产，除了生产生产资料外，还逐步生产消费品。这个过程，一直持续到今天。

伟大的进程——第二次工业革命

现代工业的诞生

经过 18 世纪产业变革，人类社会焕发出极大的生产力，产品一下子丰富了起来。欧洲的每个角落都响着蒸汽机的吼声，整个社会的生产方式都发生了巨大的变化。但是，人的需求是无止境的。他们不仅要从世代耕耘的土地上直起腰来，而且还要钻入地球的深处，出入海洋的波涛，往返于浩渺的星空。生产的发展一方面创造出日益丰富的产品，另一方面也创造出新的社会需求。即要求有新的产品、新的机器、新的部门、新的生产技术。纺织机能够成吨地生产棉布，但棉织业的发展最终要依靠农业中棉花的丰收。蒸汽机开始了煤铁的时代，但向生产的深度和广度进军还需要新的动力。工业变革需要把根基从农田移到大规模生产的工业原料、工业能源中去。如果说第一次产业变革是从棉织业开始，以蒸汽机的使用为标志，以资本主义工厂制度的确立为完成的话，那只是完成了工业进步的第一次飞跃。接下来的就是第二次工业变革，它是从钢铁及钢铁制造业的变革开始，以电力的应用为标志，以产业的结构巨大变化为告终。在这期间，不仅传统的钢铁工业、机器制造业发生了根本性变化，而且兴起了电气、化工、汽车、石油等一系列生产部门。这又是一次真正的巨大变化，使人类的物质生活得到了巨大的改善，超过了第一次变革的成果。这就是工业化过程中的第二次飞跃。

第一次产业大变革使英、法两国最先从农业社会中脱颖而出。他们凭借着廉价的纺织品横行天下，称霸世界。英国被光荣地誉为“世界工厂”。第二次产业变革则在 20 世纪初最先在美、德两国开始，使他们一跃而起，以新兴的钢铁、石油、电气、化工、航空等工业震撼了世界。后来者居上，美、德两国的工业经过这次变革之后便远远地走在了英、法两国的前面。

然而这一关系到许多国家兴衰、存亡的大革命却给人以渐进的感觉。尽管它所经历的时间比第一次变革还短，释放的能量还大。这主要是由于第一次产业变革开创了大机器工业，从而使工场手工业成为了遥远的过去。人类好像第一次有了工业。并且在第一次产业变革的进程中，资本取得了统治。而第二次产业变革则是在大机器工业内部进行的。这种大工业内部部门间的兴衰对社会结构的冲击是表现为渐进的，它没有使生产方式发生根本性的变化。不过这个渐进的冲击也足以使资本主义社会从自由竞争阶段过渡到垄断为特征的阶段。但是，如果我们不是把产业结构仅仅理解为一种特定的生产关系，而是同时把它看做一种生产力的话，那么第二次产业变革的冲击就不是渐进的，而是带有突变性的革命。

作为突变，第一次产业变革打断了农业社会的进程，建立了传统的工厂制度。第二次产业变革则打断了传统的工厂制度进程，奠定了现代工业生产制度。第二次变革中兴起的许多产业部门是植根于第一次变革的，但它们在第一次变革中不过是刚刚破土而出的萌芽。如钢铁、煤炭、机械加工等行业还没有完全摆脱原始的生产状态，与第二次变革后的大工业生产不可同日而语。在第二次变革中，这些老行业的新发展又导致了石油、电气、化工、汽车、航空等新部门的出现，从而使整个工业的面貌焕然一新。

电气化时代

蒸汽机把农业与工业划开了，而把近代工业与现代工业划开的则是电。电的应用使工业和社会都进入了一个新的时期。

1879年，即发电机发明后的十年，维尔纳·西门子在柏林工商博览会上展出了一条小型电车轨道，附3节车厢，每节可载客6人，由一台3马力的小型电力机车牵引，在4个月内它运送了8万参观者。1880年在巴黎也展出了这种有轨电车，但也只是作为游乐之用。尽管如此，它们却是第一条真正载客的电车轨道。1881年5月1日，柏林第一条电车线路交付使用，从利希特费尔德车站驶往军官总校，时速为15公里。同时巴黎也出现第一条电车轨道，电线架在空中，不久电车就取代了当时使用的马车。从这时起几十年内，电车在城市近距离交通中一直起着重要的大众化的运输工具作用，直到第二次世界大战后，在很多大城市中它才由公共汽车取代。

1882年奥斯卡·冯·米勒（1833~1934）架设了一条从米斯巴赫到慕尼黑的2,000伏电线（57公里），并在水晶宫的一次电力展览会上让这条电线接连的一台水泵转动，将水灌到一个小型水库中去。这样提出了一个远距离输电问题，但问题并未最后得到解决。由于当时普遍使用的是直流电，而直流电在较远距离的输送中损耗不小，所以直流电只适合在有限的供电范围内使用。使用交流电，损耗可大大减低。因此，人们想到在发电的地点安装一台变压器，用高压将电力输送到任何远距离地点，在用电地区重新把电压降低到当地电网的使用电压。变压器首先是在1882~1885年间由布达佩斯的匈牙利工程师代里·布洛赫伊和齐派尔诺夫斯基研制成功的。法国人马塞尔·迪普雷也独创了变压器这一设备。

1890年，在美国科罗拉多建立了第一座水力发电站。利用从中获得的经验，不久在尼亚加拉瀑布所在地建立了大得多的发电站，其第一期工程于1895年4月1日投产发电。而用水路或铁路供应煤炭的热电站主要是供应较大城市市政建设用电。

水电站和热电站由于架设了高压线、很快就连在一起。由水电站供电的区域在枯水季节也能获得电能。这样就出现了把所有电站都连接在一起的电力网。一个电厂偶然停电时，也能保证继续向用户供电。跨越区域供电今日已能在很大程度上得到保证。连接的电网已跨越国境。国际间的电力补偿使各个电厂能最大限度地使用设备。

在第一次世界大战期间，德国中部大型戈尔帕—乔尔纳维茨电厂投产供电。它用负载可达10万伏的电缆向柏林供电。1929年，第一条20万伏的电线交付使用。1957年，40万伏的连接科隆和斯图加特的电线架设成功。从这些数字中可以清楚地看出能源经济的扩展，同时也可窥见在国家整个经济中工业化日益增长的程度。

当发电技术在技术上解决了能源生产问题，电力供应问题通过电力网又得到解决之后，电力工业开始着手处理大范围内日益增长的能源使用问题。蒸汽机通过传动把能量传给连接的工作母机的机轮，因而只有较大的工厂设备才能经济地使用蒸汽机。蒸汽机的数目开始逐渐减少，而由电动机所取代。工作母机可单独得到供电，机器使用时，才会消耗能源。因而电动机要比蒸汽机经济得多。由于电能较易输送，因此很多加工工业可在大工业集中的同时远离煤源水源的地方建立，因为通过电厂的电力网实际上到处都可得到电力供应。

小企业也有可能使用上电动机。电力工业不仅有利于工业，也有利于商

业及手工业。使用电动工具和电动机械，可在小单位和极小的单位中使工作简化，并便于机械化。这场于 19 世纪末开始的发展为几乎所有车间、直到很小的个体企业带来了一场深刻转变，使得它们在其专业领域内重新获得竞争能力。一个新的工业化浪潮方兴未艾。

电动机不仅是工业部门的一个动力机械，而且也给运输事业以新的激励。除了已提到的电车外（1879~1881 年起），1880 年出现了第一架电动吊车，1887 年首次出现电动矿用机车。1899 年，伦敦的第一条电动地下铁道交付使用。1900 年 7 月 19 日，巴黎地下铁道开始载客。1902 年，柏林建成第一条高架和地下铁道。1908 年，在矿井中使用第一台电动运输机。1912 年，瑞士第一列电力牵引火车开始行驶。其间在一些西欧铁路的电气化工程已经把蒸汽机车几乎完全排挤掉了。在纺织工业部门，早在第一次世界大战前，电力纺织机已全部取代了蒸汽机。

维尔纳·西门子以及格奥尔格·哈尔斯克于 1847 年创办了“电报机制作所”，它因为发展了电工技术而成为电气工业的领先工业。另外，通用电气公司成为一个较年轻的竞争者，在世界上也享有声誉，在德国电气工业的企业中今日仍居第二位。埃米尔·拉特瑙（1838~1915）在国外旅行的时候，已看到正在发展的电工技术，他敏锐地洞察到其未来的意义。拉特瑙于 1881 年从爱迪生处获得在各国使用其专利的许可。他于 1883 年创立了专注于实用电力学的德国爱迪生公司。这家公司在柏林建造了第一座电厂，在弗里德利希大街的分厂于 1884 年投产。德国爱迪生公司于 1887 年改名为德国通用电器公司。

从多方面来看，对电的需要的日益增加是和经济发展紧密联系在一起。生活水平高的国家也有较高的电气化水平。因此电气工业改变和丰富着我们时代的生活方式，这是任何一个别的经济部门所不及的。电的利用不仅发展了新的工业，而且几乎对所有其他工业部门都起着改造作用。

新兴的大工业之命脉——石油工业

19 世纪中叶以来，铁路修建以及各行各业生产的日益机械化，引起了对机器和车辆润滑油的需要的日益增长。除此之外，由于工作时间普遍延长，工厂和车间对照明的方式也有了更加强烈的要求。当时灯用燃料是动物油和植物油，主要是菜油和鲸油。在美国、俄国和罗马尼亚，也在小范围内使用石油产品。石油注入油地，以原始的方式提炼。就需要而论，产量非常有限。

19 世纪 50 年代，在北美掀起了一个勘探较大石油油田的热潮，特别是在那些有油从地下冒出来的地方。美国宾夕法尼亚州的西部对勘探者特别具有吸引力。正如很多投机商那样，纽约的一个律师为这一地区的一伙投资者在泰特斯维尔弄到一块未加耕种的土地。如果发现地下有较大的石油油田，那将是一项赚钱的生意。他委托当时一位铁道建筑者，那个出名的上校埃德温·L·德雷克进行钻探。德雷克用一项新的技术，先用蒸汽锤把管子打入地下，直到岩层。然后安装木质钻架，并把钻具装入管内，再开始钻探。进行了 10 个多月的顽强工作后，终于在 1859 年 8 月 28 日于 21 米深处，钻到了油层。开始一台抽油泵每天可获油 40 桶，在当时情况下这个产量是很高的。德雷克坚持不懈的工作获得了报酬。他取得成功的消息迅速传开来，吸引了无数人涌向油田，就和十年前加利福尼亚的金矿热促使成千上万的人参加淘金一样。钻探技术很快得到改进，发明了新的工具。很多国家进行了系统的

采油工作。俄国、罗马尼亚等国以及 1900 年以后不久荷属印度尼西亚都开始了卓有成效的开采工作。

石油开采以及时常钻不到石油的浪费需要耗费巨额资金，这就只能由公司来提供资本了。个别油田不久就会枯竭，这并非少见，因此炼油厂多半并不建在油田附近。这样运输石油也需巨大的投资。基于这些理由，石油工业从早期起就以大企业的形式发展起来。

开始，石油装在橡木桶里用马车装运。当 1863 年在油田建设了第一条铁路线后，石油就装在货车上。直到 1871 年才使用油槽车皮。费城的一个化学家介绍一种方法，能比过去更好地蒸馏原油。产品刚开始只作润滑油脂使用，偶尔用作灯油。这样就产生了一个新的工业，其最重要的产品——石油很快有了销路。动物油灯绝迹了，煤油灯取而代之。石油贸易成为一项赚钱的买卖。

在美国发现较大的油田，还是 1859 年之后，比一些欧洲国家晚，但炼油首先在美国成为一种大工业。在这方面，约翰·D·洛克菲勒（1839～1937 年）做出了重要贡献。他在 19 岁时已独自谋生，很早就挣钱了。他和发明了一种新的炼油方法的工人塞缪尔·安德鲁斯一起于 1862 年在俄亥俄州的克利夫兰建了一座炼油厂。这种工厂那时已在很多地方出现。在连续赢利 5 年之后，他把其企业和另外 4 个炼油厂合并。1870 年，合并后的企业称为俄亥俄标准石油公司，拥有资本 100 万美元。这家公司的目的是把美国的石油提炼和石油产品的经营置于自己的控制之下。早在 1872 年，这家公司就和它的竞争对手签定了一项企业联合合同，以后几年又有更多的炼油厂参加，最后到 1882 年组成了一个巨大的托拉斯，所有受害于洛克菲勒价格政策的竞争企业，都被他一一收购。

世界上第一条输油管道是罗伯特·诺贝尔和路德维希·诺贝尔于 1897～1906 年在俄国铺设的。这两人是设立诺贝尔奖金的瑞典工业家阿尔弗莱德·诺贝尔的兄弟。他们参加了巴库石油工业的建设，领导了那里的工作。诺贝尔兄弟俩铺设的 900 公里长的油管，今天还联系着里海旁的巴库与黑海旁的海港城市巴统。

尽管油管线很长，但欧洲国家还是着眼于油轮。今日油轮运输已占世界运输业一个很大的比重。不仅对油轮而言，而且对整个航运以及内河航运而言，石油作为动力能源具有决定性意义。这可举例说明：一艘 8,000 吨从德国去日本往返的轮船，煤仓容量为 650 吨，中途须装煤 8 次，费时很久。如同样吨位的船改烧柴油，来回旅程只需 700 吨燃料，中途不需另行加油。从中可以看出，为什么一个时期以来，全世界所有船只全都使用内燃机。现今油轮占世界船只总吨位的比重依然很大。这类船只中很大一部分，包括最新的巨型油轮，都掌握在石油公司的手中。

直到 1910 年左右，石油用途主要是照明，而不是动力能源。1913 年，美国根据威廉·伯顿提出的石油热裂变理论，把每吨石油提炼成汽油的产量翻了一倍多。第一次世界大战后发展起来的汽车和航空事业，向石油提出了新任务。从那时起，石油工业开始飞速发展。

化学工业的崛起

化工厂

在 18 世纪末机械工场发展成大企业 纺织工业作为所有工业之母促使漂

白、洗涤以及染色材料的需要量急剧增加。当时建立的首批硫酸工厂使用1763年于伯翰发展的铅室法。纺织工业需要稀酸来加工纺织纤维，因此首批化工厂只是纺织工业的辅助行业。此外，硫酸不久在冶金工业用作矿砂的分离剂，之后又为炸药工业以及肥料工业所需要。对纺织工业很有意义的是：当时硫酸还是生产纯碱的初级产物。纯碱与硫酸同是工业化学品中最重要的产品，对织物的漂、染、印都不可缺少。就是在今天，硫酸也是除了煤、石油、岩盐和石灰外整个化学工业最重要的基础原料之一。

纯碱在欧洲几百年来都是从某些植物中提取的。由于生产玻璃和肥皂不可缺少纯碱，它的需要量在不断增长，这促使法国科学院用奖金去激发人们进行实验。化学家尼古拉·勒布朗（1742~1806年）发明了一种生产方法，用此方法几十年内满足了世界对纯碱及其副产品氯及盐酸的大部分需要。1791年在奥尔良公爵的财政支援下，第一家制碱工厂投产了，但在法兰西大革命风暴中被没收歇业。但勒布朗法不久又被重新采用。第一帝国时期，在巴黎附近的圣德民以及在圣康坦创立了第一批大型碱厂。但这位陷入极端贫困的发明家，不久却在贫民窟内悲惨地自杀了。

工业上努力前进的英国于1814年在其纺织工业中采用了勒布朗法，建造了很多碱厂。这些工厂几乎都向欧洲市场提供产品，从而加强了英国在经济上的领先地位。纯碱，“白色金子”，首先大量用于棉纺织品的漂洗。此外人们还用纯碱来软化蒸汽机的锅炉用水。造纸以及化学工业的各个部门都需要碱。最后在家庭中，碱用作漂白及清洁剂。法国虽然是第一个发展化学工业的国家，除了硫酸和制碱厂以外，还有其他化学分支行业，但它却不能保持其领先地位。在19世纪中叶，这领先地位让给了英国。拿破仑一世在1810年10月的皇帝诏书中，就对30种化学方法颁布了行业政策，阻碍了工业的发展。

在德国，也如同在法国、英国那样，于1820年出现了一些硫酸厂，1843年兴建了第一家制碱厂。但它的发展受到了食盐专卖、关税壁垒、运费高昂以及资金不足的阻碍。而外国的大企业，在一个统一的经济地区内市场不受阻碍，通过相应扩大销售量，得以降低价格。德国生产厂商因此居于劣势。

德国化学工业的先驱者是尤斯图斯·冯·李比希（1803~1873），他是化学教学的组织者，是农业化学之父。李比希是达姆施塔特一个药商的儿子，21岁已当教授。他指出，植物生长要从地下吸取化学成分。这种成分慢慢会枯竭。除了施厩肥以外，向土地施加适当的矿物肥料，会提高亩产量。他为科学种田做出了贡献。那时，为日益增长的人口解决饮食营养问题的意义还没有得到足够的重视。他的经典著作《有机化学在农业化学上的应用》一书被译成多种语言，1841年甚至在北美发行。英国从1842年起生产化肥。同一时期，在德国也兴建了制造磷酸盐化肥的第一批工厂，在50年代又有所增加。

李比希的示范实验室——德国第一个这样的实验室——设在规模较小的吉森大学内。在那里他进行了史无前例的教学与科研工作。这儿成了各国无数青年化学家朝圣的地方。他为这些国家的科学发展奠定了基础。他的很多学生为科学以及化学工业的迅速发展做出了重要贡献。由李比希开展的土壤研究为肥料工业开辟了前景。从上世纪60年代起为农业提供的氮肥、磷肥在世界上都有广泛的意义，这得归功于李比希。当人们有办法利用含磷很高的鲕铁矿时，碱性炉渣作为冶金工业的一种废渣，在炼钢同时被制成矿渣磷肥。

由于李比希的促进，提高作物产量的含氮化合物，如硫酸铵、硝酸钾、石灰氮，以及诸如磷酸盐、过磷酸盐的钾盐和炉渣磷肥都能大量生产。它们是自然科学研究中的光辉篇章。

化学工业在日益广阔的特殊领域中，由于有效的结合新的发现与经验而逐步从纺织工业的一种附属辅助工业，发展成为一个新的规模很大的工业部门，从而促进了技术与工业的进步，赢得了巨额利润，给企业提供了进一步深入研究及扩充设备的资金。大学的研究所由于国家预算拨款有限，没有象化学工业的大型企业那样有充足的资金可以利用。

正如电气工业那样，化学工业也是从实验室的科学试验开始发展的。19世纪化学工程只是由于利用了机械工程的进步，利用了冶金工业、机械、制造业和陶瓷玻璃工业的产品以后才发展起来的。可以说，化学工业是科学研究的结果与整个工业化过程中各种工业技术进步成果互相结合的产物。

染料和药业

在有可能大规模炼钢以后，焦炭的需要量大大增加。有臭味的煤油是炼焦厂和煤气厂的副产品。对它作了化学分析后，发现它是一种有价值的原料。在进行研究之后，很快就出现一个有利可图的生产行业：焦油染料工业。它开始于年轻的英国化学家威廉·亨利·珀金（1837~1907年）的一项发明。他于1856年首次合成生产了一种苯胺染料，紫红色的苯胺紫。而在这之前，染料多半是从植物或动物中提炼生产的。英国的这种新的染料在1842年伦敦的世界博览会上获得普遍好评。但英国的纺织印染工业起初对此兴趣不大，因为大不列颠能从它的殖民地获得任何数量而价格又合理的天然植物染料。1884年以前，德国不占有殖民地。但从海外输入靛蓝以及染色木本植物，每年得耗费数百万英镑。因此德国对生产苯胺染料有较大的兴趣。

英国和德国染料工业的先驱者是李比希的一个学生廉·霍夫曼（1812~1892年）。他在1862年举行世界博览会时，已在伦敦化学学院当了17年教授。珀金是他在那里一个学生。霍夫曼对英国年轻的焦油染料工业的成就印象很深，看到了这一前途无量的工业部门的发展可能性。1864年他返回德国。最初在波恩，后来在柏林大学他进行了富有成效的教学和科研工作，并成为德国染料工业的伟大先驱者和泰斗。

19世纪中叶以后不久，德国的焦油染料工业有一些企业，开始时规模很小，现在则居于领导地位。这些工厂度过开始成长阶段中的困难，在德意志帝国建立以后发展成为有影响的企业，今日已成为德国最大的企业之一。

它们之中最古老的，要数过去的弗里德里希——拜耳公司染料厂。该厂于1850年在埃尔伯菲尔德建立。1891年它已发展为一家举世闻名的厂家。后来，它在勒弗库森建立了一座新厂。勒弗库森今日是一座拥有10万人的工业城市。城市的中心是拜耳工厂。由于工厂不断发展，这一城市直到1930年才算真正建成。它是4个乡合并成立的。企业的首脑在20世纪初期是化学家、工业家兼教授卡尔·杜伊斯贝格（1861~1935年），他曾8次获得荣誉博士称号。从1899年起他一直是公司的董事会的成员之一，为发展染料工业做出了巨大的贡献。1925年他担任全德工业协会的主席。

从1861年起在曼海姆创建的焦油染料厂，于1865年发展成为巴登苯胺和苏打工厂。创办人弗里德里希·恩格尔霍恩于1848年在曼海姆创办了一座煤气厂，之后转归曼海姆市所有。他的兴趣从照明煤气转向煤气副产品煤焦油的利用。当时在专业界已谈到煤焦油多方面利用的可能性，因此一开始就

很重视了对煤焦油的研究，从而促进了竞争。李比希在慕尼黑的继任者阿道夫·冯·欠耶尔于 1880 年对最重要的一种天然染料靛蓝的化学成分进行了分析，这为人工生产靛蓝打下了基础。在 20 世纪末前后，巴登苯胺和苏打工厂首先生产出合成靛蓝。当时该厂已有 6,000 名职工。该厂生产的多种染料中最著名的是茜素、曙红和阴丹士林。

在 19 世纪最后 1/4 时间内，以及直到第一次世界大战爆发前，德国的焦油染料工业空前繁荣。已无必要进口昂贵的植物染料，天然染料工业在国民经济中远远失去了意义。此外，德国的焦油染料成为一项重要的出口项目。1877 年，世界合成染料的产量中德国占一半。在世界普遍的工业化过程中，对德国染料工业产品的需求与日俱增。

为了使新的发明能得到利用，需要有巨大的资金作长期投资。发明日新月异，因而在 20 世纪初，就有企业集中的趋势。早在 1904 年就已有一个染料工业的利益集团建立起来，到 1916 年参加集团的有上述 3 个厂以及另外 3 个厂。

比利时人欧内斯特·索尔韦（1832~1922 年）发明的一种新的氨苏打法一度使制碱业受到震动。勒布朗法代价昂贵，逐渐受到排挤。在法国，勒布朗方法直到 1910 年才最终放弃不用。在萨勒河畔贝恩堡巨大盐矿，德国第一座苏打厂兴建起来，根据索尔韦专利从事生产。

第一次世界大战给当时居于领先地位的德国染料工业带来了严重后果。1913 年，德国的产量占世界产量的 80%。战争使德国不能再向很多国家提供产品，并促使这些国家建立它们自己的工业，没收德国厂商在敌对国的子公司的财产以及德国专利。由于炸药与焦油染料的生产设备和原料是同样的，美国在战争期间建立了一个大规模的炸药工业，在战后，这些工厂转而生产染料。1914 年以前，美国的染料是由德国供给的。美国化学染料公司就是这样发展起来的，以后又与世界最大的企业杜邦化学康采恩合并。

在英国，一战后也创立了帝国化学工业公司，它把最大的英国化工厂组合在一起，形成了一个庞大的康采恩。康采恩避免了国内企业的相互竞争，促进了通力合作，查清了生产规模，形成了名牌产品。这样大大降低了成本，形成国际竞争能力。染料的使用范围当然不只是纺织品，皮革、油漆、皮毛、造纸、印刷、粉刷以及贴面装饰都使用染料。

早在焦油染料工厂建厂之初，工厂生产就不片面地集中于染料一项。除了硫酸和苏打之外，还经常生产无数其他品种的化学产品。除了大量生产的染料和肥料外，还生产中间化学产品和制剂。除了大企业外，各国还有为数众多的中小企业，它们主要是对中间产品继续进行化学加工。

由于很多化学工厂是从药铺或从大的药房发展起来的，不难看出，制药业这一特殊行业主要是从这些药厂或药房发展而成的。它在德国 20 世纪的下半叶获得繁荣昌盛，在有名的医生和药物学家的紧密合作下，生产药物和疫苗。赫希斯特染料厂从 1833 年起也从事药物研究，大量生产合成药剂。药物引进市场并被介绍后，其产品品种日益扩大，例如匹拉米董、结核菌素、奴佛卡因、胰岛素等。特别是病理学家保罗·埃尔利希（1854~1915 年）的发现被证明成绩特别巨大。埃尔利希是化学疗法的创始人以及“六六六”的发明者。在埃尔伯费尔德及勒弗库森的拜耳染料厂也创建了制药部门。阿司匹灵与佛罗那在工业上的意义并不逊于赫希斯特的药制品。制成这一种或那一种药品，经常事先需有长年累月、耗资很大的准备工作以及临床试验，才能

进行大规模生产，并带来利润。今天德国制药工业共有大、中、小企业 600 多家。

第三次技术革命

新一代技术革命

继现代物理学革命之后，20世纪中期以来，由于原子能、电子计算机和空间技术的出现，开始了现代科学技术史上的第三次技术革命，其内容之丰富，影响之深远，都远远超过了第一次和第二次技术革命。新的技术手段也深刻地改变着现代科学研究的技术和方法，促进了自然科学的新的的发展。在物理学、化学的影响下，现代生物学有了决定性的突破；分子生物学的兴起，标志着生物学进入了一个崭新的阶段。科学技术的一系列划时代的进展，揭示了物质世界不同层次的运动规律和相互联系。出现了许多分支学科、边缘学科，还产生了象控制论、信息论、系统论这样的综合性、基础性理论。现代科学革命和技术革命的丰硕成果，不仅带来了社会生产力的巨大飞跃，而且对社会生活的各个方面都已经或正在继续产生极深刻的影响。许多现代的新兴工业和行业在不断地涌现，为人类创造出更加丰富的物质文明。

科学技术的发展归根到底是由物质生产的状况所决定的。正是由于工业化以来，冶金工业的巨大发展，强大动力基地的建立，机械加工能力、工艺水平的提高，为新的科学思想出现和新的技术的实现，提供了现实的可能性。生产的发展又以空前强大的精密仪器和设备武装科学技术，为新的科学技术探索提供了必要的物质手段。生产的增长是和消费紧密联系的，它要求人们随着生产的不断发展，研究更经济合理的利用能源的方式，开发新的更强大的能源；生产的发展也扩大了对特殊材料的需求，它要求研制和提供能适合各种工艺技术要求，更坚韧、耐高温、抗腐蚀，电气性能和机械加工性能优异、价格低廉的新材料；生产的发展中出现了高速度、高温、高压、剧毒等许多人们无法操作和直接参与的工艺过程，进一步突出了人的生理条件与工艺技术要求不相适应的矛盾，这就要求研究不需要人直接干预就能自动控制的生产技术。这充分表明，正是生产的发展和需要促进现代技术革命。

19世纪末以来自然科学的飞跃发展，特别是物理学的革命，为第三次技术革命开辟了道路。相对论和量子力学的创立是物理学革命的伟大成果，它不仅使人们对物质世界的认识扩展到了高速和微观的领域，而且有力地促进了其他基础科学和技术科学的进一步发展，为新的技术领域的开辟提供了理论基础。通过核物理的研究，实现了核爆炸，建成了核反应堆，使原子能的开发和应用成为现实；通过对分子、原子和固体中电子的运动规律的探索，以及对不同波段的电磁辐射的特殊矛盾的研究，推动了电子技术的巨大发展；在机械的、电磁的电算工具的技术基础上，吸取了数理逻辑和电子学的成果，诞生了电子计算机；而空间技术则差不多集中和物化了现代科学技术的一切重要成就。

现代科学技术的一个突出特点是从个体劳动转变为有组织的社会化集体劳动，其研究规模的巨大、探索领域的深广，都远远超过以往。因而现代科学研究和技术开发所耗费的物资、人力和社会财富，也是过去无法比拟的。据统计，1896年全世界科研人员只有5万人，而到1953年，即第三次技术革命兴起初期，已发展到至少40万人；1896年全世界科研经费还不到50万英镑，而1953年则达到20亿英镑以上，增加约400倍。过去价值几千美元的实验装备已不可多得，而现在一个大型研究项目投资往往数以亿计。美国研究

原子弹花 20 多亿美元，研制和生产混合集成电路的 IBM—360 电子计算机系列花了 15 亿美元，而“阿波罗”登月计划投资高达 300 亿美元。科技队伍的壮大、科研经费和先进实验装备的提供，为现代自然科学的巨大进展和第三次技术革命准备了重要的物质条件。

第二次世界大战一定程度上也加速了第三次技术革命的进程。战争给亿万人民带来了深重的灾难，造成 4 万亿美元物质财富的损失，也使一些重要的科学研究延缓和推迟；但是，一些与军事有关的项目和领域则得到加速的发展，许多新技术首先是由于军事的目的而受到重视和得到优先开发。在敌对双方激烈竞争中，往往不惜工本不计代价地投入到某些关系到军事实力的技术研究。为了抢在纳粹德国之前研制出原子弹，美国在英国、加拿大的合作下，调集了 15 万科技人员，动员了 50 余万人，前后花费约 22 亿美元，以这样巨大的人力、物力、财力投入原子能发展计划，如果没有战争形势的推动，是根本不可想象的。希特勒德国没有能制造出原子弹，但是他的一些科学家却研制出了 V—2 火箭。战争结束时，美国和前苏联瓜分了德国研制 V—2 火箭的人员和设备，这对两国火箭技术的发展无疑是笔宝贵的财富。在考察战后空间技术的巨大进展时，不能忽略它在二战中已有的技术准备。电子计算机也是在二战中为适应弹道计算的需要而加速研制的。正是由于军事上的紧迫压力，促使美国军方不顾当时对电子计算机的技术可能性的种种怀疑，在成败未卜的情况下，为研制世界第一台电子计算机 ENIAC 提供了巨额经费，有力地支持了研制计划的顺利进行。

战后，在各资本主义国家垄断资本的竞争加剧，特别是超级大国间的争夺日益激化的情况下，科学技术成果の利用，成为提高劳动生产率，节约能源、原材料消耗，降低生产成本，提高产品竞争力，以维持高额利润的重要手段。超级大国为争夺霸权，更竞相发展军事科学技术，其投入军事的研制经费，已远远超过了二次世界大战期间的开支。这一切，已成为现代技术革命的重要刺激因素。

第三次技术革命以原子能、电子计算机、空间技术为主要标志，包涵着丰富的内容，广泛地反映在能源、材料、控制、信息、工艺等各个方面。其对工业的促进作用之巨大，是我们今天很容易看得到的。原子能为工业提供着越来越大的电力供应；而电子计算机已广泛地应用于工业的各个领域，如自动化、工厂企业的管理、产品销售、数据处理、机器人等等；而空间技术的发展，带来通讯工业的革命和材料工业的大量兴起，而这些技术本身就带有产业的性质，它们一开始就是以新的工业形式出现的。如今的原子能工业、计算机工业和航天及通讯卫星工业就是十分红火和十分重要的工业。

美、苏、日的工业化

美国于 1776 ~ 1783 年独立时，人口不满 300 万，只有 13 个州，其面积只占北美大陆的一小部分：从东部大西洋沿岸到西部阿巴拉契亚山脉之间的一条狭长地带。后来领土渐渐越过山脉向西部扩张。19 世纪后半叶，向西部扩张到了太平洋海岸。所有先驱者以及紧随在他们后面的开垦土地的农民和冒险者们长达数代地向这里移民，他们开发了这一面积巨大的几乎是荒无人迹的地区。结果，这一地区的人口剧增。在这个移民种族繁多的“熔炉”里，一个具有自我意识的年轻的国家应运而生。1800 年人口约为 530 万，30 年后约为 1300 万，1860 年，南北战争爆发前一年，已达 3100 万。

美国是一个资源和各种矿藏十分丰富的国家，比欧洲要丰富得多。移民大多来自欧洲，他们带来了旧大陆的手艺和技术。在这块处女地上，勇敢地建设新生活的人们带来了取得成绩的信心，带来了无比巨大的坚韧不拔的力量和冒险精神，准备不带任何偏见来检验一切新鲜事物，也准备凭借实际能力千方百计设计节省劳动力的装置，因为美国还到处缺乏劳动力。

美国在独立以前一直是英国殖民地。独立后，也紧紧地受着英国经济的束缚。1785年，英国内阁宣布禁止钢铁工业的机械工和专业人员移居外国，禁止机器、机器零件和设计图纸出口，目的是让年轻的英国工业保持其先进地位，同时防止出现新的竞争对手。这一措施恰似兴奋剂，它刺激美国人自力更生地制造机器。不久，就取得了成绩。

1793年，惠特尼发明了轧花机，促进了美国和英国纺织工业的发展。罗伯特·富尔顿设计了第一条轮船，于1807年下水。这些都是早期的美国发明家智慧的证明。继这些发明之后，美国对现代技术又作过无数贡献。

1789~1860年这一时期美国制造业的发展总的来说主要是技术进步带来的，当然政府制定的保护新生工业的关税法案对工业发展也是功不可没的。这一时期，美国制造业已初具资本主义工业之雏形。

1865~1914年，这一时期是美国工业跃居世界首位的时期，也是美国工业产值超过农业的时期。美国1865年以后就已经是一个工业国了，从1869年到1899年，制造业产值又增长了3倍多，年均增长了46.5%；1900~1914年，产值增加了71%。这段时间里，制造业是工业增长的主要部门。到1914年，工业设备投资额累计为208亿美元。

这段时间工业发展特点是新兴部门日益增多；现代化技术日益扩散；市场竞争激烈；生产日益集中；垄断大企业在国民经济中具有支配性影响。对经济力量增长具有决定性意义的是钢铁工业。美国的钢铁产量在1860年还不足100万吨，但到1915年超过了3,000万吨。美国钢铁产量从19世纪80年代起超过英国居世界之首，1899年占世界产量的三分之一。钢铁工业的急剧发展，产生了“向前连锁”和“向后连锁”的影响，促成了以钢铁为原料的其他工业的发展，如建筑、交通运输、机器制造等等。

这个时期还发展起来了汽车制造业、电力、电器工业等新兴的工业，为一战后的大发展奠定了基础。

1914年欧战开始时，美国经济经受了一次相当严重的金融危机，美元外汇牌价暴跌，外资纷纷抽走，造成了1914年的经济活动水平竟然低于1913年的现象。但是，欧洲大陆的战争不久就发展成为一场旷日持久的消耗战。大量的消耗，使得交战协约国不得不向美国寻求补给。这一契机使美国经济衰退在短短几个月内便转为繁荣。1917年，美国对欧洲的出口额由1915年的10亿美元猛增到30亿美元。1917年4月6日美国对德国宣战。战争最后以协约国的胜利而告终。

第一次世界大战对美国经济最重大的影响之一，就是使美国工业生产力提高了将近30%。工业增长，不仅为协约国提供了强大的物质支持，也为美国国内人民提供了大量日常生活必需品。从世界范围来看，第一次世界大战产生的最大影响就是国际经济力量的对比发生了重大变化。美国作为世界最富裕的经济大国和工业大国的潜力在战争中得到充分体现。

20世纪20年代，美国经济继续增长，其突出特点是大公司的作用越来越重要。著名的大公司有：卡内基钢铁工业公司，它是一个拥有矿山、煤山、

炼焦厂、矿砂货船、铁路、钢厂、轧钢厂的巨型托拉斯；福特汽车工业公司，生产著名的福特汽车，使美国成为一个汽车王国，号称轮子上的国家；还有著名的石油大王洛克菲勒石油公司，它控制了美国整个石油工业。还有许多诸如铁路托拉斯、钢铁托拉斯、牛肉托拉斯等等。这时的美国已成为世界工业的领导国家。

在 20 世纪 30 年代，美国经历了历史上最严重的经济危机，实施了历史上第一次由政府大规模干预经济的“新政”。到 1937 年，美国经济初步得到了恢复。这一年，美国的工业产值占西方世界工业总产值 42%，出口贸易占 14%，黄金储备占 50%。1940 年美国工业才基本恢复到 1929 年的历史最高水平。

第二次世界大战的爆发，无疑给美国经济注射了一剂兴奋剂。由于受扩军备战的刺激，这时美国的国民生产总值开始出现较大幅度的增长。在 1940~1944 年间，国民生产总值增长了 56%。在此期间，美国制造业、采掘业、电力工业、煤气供应业有了突飞猛进的发展，1944 年达到 1939 年生产指数的一倍以上。战后 40 多年，美国工业发展周期基本上是与整个经济周期相一致的。二次大战后美国经济发生过 8 次衰退，工业生产衰退也是八次。但整个战后工业产值还是得到了巨大的增长，其中有 6 个年份增长率超过 10%，在许多方面，其工业仍然居世界领先地位。特别是石油化工、汽车制造、机械制造、电子产品、航空工业、航天工业都是世界一流水平。

纵观 200 多年的美国工业发展历程，美国之所以取得如此高的成就，一是美国人民勤奋智慧，善于吸收和应用新的科技；另一方面，也是他们抓住了历史的各种发展机遇。当然，作为一个老牌的帝国主义国家，它通过经济的和军事的手段，从落后国家和人民那里掠夺的财富也为它的发展做出了贡献。

苏联在短短的几十年内就使其钢铁工业和加工工业等几个工业部门的生产成绩已远远超过欧洲其他工业国家。1961 年苏联成功地发射了第一颗人造地球卫星和载人宇宙飞船，这个惊人的成就轰动了整个世界，它说明除了资本主义的西方国家工业化形式外，还有另外一种形式也可以取得工业建设的巨大成绩。虽然苏联在以后的发展中出现了严重问题，导致了它实行了 70 多年的社会制度的崩溃和苏联国家的解体，但它早期的发展及其工业化的前提应引起我们的注意。

苏联的西部疆界从中欧东部，经过乌拉尔、整个北亚，一直达到东方的白令海峡，像美国一样从东部的大西洋一直延伸到西部的太平洋。这两个国家在过去几十年是权力的敌对中心，在占半个洲的辽阔的国土上蕴藏着丰富的地下矿藏，技术水平也都很高。前苏联人口约为 2.5 亿左右，美国为 2.1 亿左右，对工业发展来说是天然的前提，而欧洲古老的工业国家在这方面就比较欠缺。

沙皇俄国在欧洲属于工业化较迟发展的国家。到十月革命前，虽然已有一定的工业和技术基础，但仍然属于技术落后的农业国。十月革命以后，紧接着就是国内战争。前苏联在新的政治制度下以计划经济的方法，开始了沙皇时代就已开始进行的工业化建设。其他所有发展落后的国家，在最近几十年才开始工业化，这些国家具备一定的优势：能够把已在工业高度发达国家试验过的新的技术和方法在节省开支的情况下，以最现代化的形式加以应用。在这个过程中，还不会受到现存的经济关系和规章制度的阻碍。前苏联

像当时的沙俄一样，毫不犹豫地利用了西方的经验，特别是在 1945 年战胜德、日以后，前苏联与美国一起瓜分了德国的技术装备和科技人员，还从远东运回了在中国东北的大量的日本技术设备来保证了工业建设对技术的要求。

1917 年的十月革命不是马克思预言的从一个成熟的资本主义工业国家向共产主义的过渡，而是一个刚开始工业化的落后的农业国强行用中央管理经济和国家资本主义的方法实行工业化的过程。

十月革命后的几个星期内，就宣告废除一切财产关系。国家接收了钢铁工业的大型矿山、工厂、金属加工厂、纺织厂、糖厂、粮食库、石油工业、商船、银行、交通企业和其他较大的工厂，废除了私人继承权。工厂作为公共财产被接受下来，由工人们推选出来的工人委员会管理，曾经一度出现混乱。后来新政权任命国家的特派员为企业的领导人，由个人负责，才又重新恢复秩序。

1920 年 12 月 22 日，列宁在全俄苏维埃第八次代表大会上作报告宣布“共产主义就是苏维埃政权加电气化”，提出了要巩固苏维埃人民政权，必须实现电气化和工业、农业的现代化。1921 年开始实行“新经济政策”，在一定范围内重新允许私人企业存在，并重新刺激了工商业发展。俄国开始组织大型联合企业。为了装备当时俄国还没有的新型工业设备，列宁提出了“向资本主义学习”的口号，给予外国企业以特许，这些企业要负责提供它们全部技术专业知识，并根据相应典型企业的经验来培养俄国人员。以此方式与外国企业签定了约 20 个特许契约。例如前苏联航空工业创始人是德国飞机制造者胡戈·容克斯，他从德国向前苏联供应了 50 架他设计的 F13 型飞机，以后又在莫斯科附近的菲利建造了第一座飞机制造厂。这个工厂后来成为俄国航空工业中心。

经过 1921~1925 年的“新经济政策”的推动后，1927 年工业生产达到战前水平，为以后的工业跃进创造了条件。1927 年开始制定“发展国民经济第一个五年计划”，1928 年开始贯彻。五年计划像以后所有的计划一样，没有看到生产各个部门要平衡发展，而坚定不移地偏重发展重工业和军火工业，而消费品工业和住宅建设则限制在最低限度内。为了创造扩建基础工业的条件，从一开始就在乌拉尔地区和西伯利亚开辟了新的煤矿区和铁矿区。

通过 3 个五年计划（第 3 个五年计划因 1943 年的战争爆发而没有完成），前苏联已基本实现了工业化和电气化。工人人数也由 1,000 万左右发展到 3,000 万左右。几百万农村青年被培养成拖拉机手。五年计划及其工业化纲领的完成速度是无可比拟的，因为至今的增长速度都赶不上斯大林时代的工业增长速度。

第二次世界大战把俄国的工业发展向后拖了 10 年。

二战后，由德国运来的设备和德国科技人员为前苏联的发展做出了贡献。特别是前苏联的精密机械和光学工业以及电力工业都要感谢被没收的德国工厂设备。除此之外，机床制造、飞机工业和火箭技术也是如此。

战后，前苏联十分重视科学技术的发展，特别是与军事有关的航空、航天、核技术、军火及兵器工业的技术，在这些方面一直是世界一流水平而与美国抗衡。前苏联还十分重视教育事业，使国民文化素质得到极大提高，这为工业和科技发展奠定了坚实基础，因此前苏联不仅发展成为工业大国，而且，也是一个科技大国。

但前苏联在发展过程中，一直未能重视与人民生活水平相关的轻工业，农业也出现严重问题。虽然前苏联工业水平日见提高，但人民生活水平却不见进步，或进步很少。庞大的军备竞赛，耗尽了国家财力，最后终于导致严重的危机。再加上长期以来，高度集权的中央计划经济，使得经济缺乏活力，政治上的高压也使得各种社会矛盾在兹生，最后酿成总爆发。

1991年8月19日，发生政变，前苏联在一片混乱中被分解成15个国家。一具庞大的貌似强大的有着70年历史的社会主义大国，终因内部危机而分崩离析了，这不能不令世人深思。

日本国由北海道、本州、四国、九州四个大岛和大约3,000个小岛组成，总面积377,748平方公里，人口1.2亿。日本位于亚洲东部，太平洋西侧，境内3/4为山地，平原、低地都在沿海一带。矿产资源贫乏，仅有煤、铜、锌少数几种，而且煤质差，不宜炼焦。唯有地热资源和水产资源丰富。日本约有1,200处温泉，北海道以东水域是世界著名的三大渔场之一，鱼类约有2,000多种。

日本人多地少，资源缺乏，而且作为第二次世界大战的战败国之一，战后几乎成了一片废墟。但是，经过战后调整政策，艰苦奋斗，在短短几十年的恢复和发展中。日本“流星似的上升”，已成为世界上数一数二的经济大国，其人均国民生产总值已超过美国。日本“奇迹”引起了世界各国的关注，许多专家学者写了大量的论文和专著，分析日本的条件，介绍日本的经验，展望日本的未来。然而众说纷纭，莫衷一是。在此，我们对日本的发展过程只做简要的描述和评价。

明治维新以前，日本是一个封建农业经济小国。1603~1867年为德川幕府封建统治时期。封建统治者对内实行残酷统治，对外于1836年实行“锁国”政策，除允许荷兰商人在山崎进行有限贸易外，英国、葡萄牙、西班牙等国的商人和传教士被逐出国境。对农民实行5户连坐制度，禁止日本人出国。

随着生产力的发展，封建制度必然瓦解，这是不以人的意志为转移的客观规律。幕府统治后期，统治者生活日益奢靡，对农民压榨日益残酷，农民不断反抗，日本封建制度濒临崩溃。这时西方列强又乘机闯了进来。第一个用武力打开日本“国门”的是美国，强迫日本与之缔结“神奈川条约”，开放下田、函馆二港。接着又迫使日本签订“安政条约”，规定美国人在日本的种种特权，美国货从此自由流往日本，关税低于5%，外币可在日本流通。在美国的“首创”下，英国、俄国、法国接踵而至，与日本签定类似的条约，严重破坏了日本经济基础，加剧了国内阶级矛盾。日本这段历史与中国当时的历史情况何其相似，简直如出一辙。

1868年1月3日，日本下级武士西乡隆盛、伊藤博文等，利用人民的革命要求，发动政变，推翻幕府统治，推举15岁的睦仁天皇为国家元首，定国号为“大日本”，年号为明治。这就是日本历史上著名的明治维新的开始。

明治政权建立以后就提出了“富国强兵”、“生产兴业”的口号，并进行了广泛的政治经济改革。主要内容为：一、废藩置县，统一全国政权，对政权实行改良，新政权的各级政府中仍然由原来的武士、公卿担任要职，这为以后对内实行专制统治，对外实行军国主义，发动侵略战争种下了祸根。二、废除等级制度，实现有限的平等自由。宣布“四民平等”，取消工业行会和商业同业公会，允许人民有居住、迁移和选择职业的自由。调整经济政策，增加上层阶级的收入，使其成为银行、铁路和其他企业的投资者。这些

改革，都有利于资本主义的发展。三、对外开放，引进西方文化技术。国家一方面举借外债引进外国先进装备，修建铁路，兴办官营“模范工厂”；另一方面派遣官吏、技师和职工到西方国家学习新的知识和技术，聘请外国专家，开办技工学校，发放各种补助和奖金，引导私人企业发展。但是明治维新运动在全盘学习欧美文化的同时，崇拜“天皇”、“武士道”和军国主义思想也被渲染和扶植起来。四、实行了土地和租税改革，承认实际占有土地的人是土地所有者，取消旧土地所有制，取消贡赋，缴纳全国统一地税。总之，日本明治维新，一方面扫除了部分封建障碍，为此后发展成为资本主义强国创造了有利条件；另一方面又在政治中保留了一些封建和军国主义势力，为其后来发展成为军事帝国主义奠定了基础。

19世纪80年代，明治维新的各项重要改革都已完成，政局趋于稳定，为发展资本主义铺平了道路。从工业生产年平均增长速度来看，明治维新以后的日本速度最快。1891~1899年其工业年平均增长速度高达14.3%，远远高于同期英国1.6%、法国2.6%、美国3.5%、德国4.8%的水平。在第一次世界大战中，日本又乘西方国家忙于战争的机会，大规模向亚非广大地区进行经济扩张，同时还不断接到英俄等国的大量军事订货，对外贸易空前活跃，从长期入超国一跃成为大量出超国。

第二次世界大战前夕，日本国民经济发展水平，在资本主义世界大体居第五位。从较高年份看，日本多项经济指标已达到钢782万吨，汽车4.6万辆，造船44.9万吨，棉纱71.9万吨，粮食1370万吨，外贸进出口额41.7亿美元。从技术水平看，日本已拥有大量的工程技术人员和熟练工人，能生产飞机、汽车、轮船，具有吸收外国先进技术加以创新的能力。

但是从日本工业生产在资本主义世界所占比重来说，日本仍然是微不足道的。

日本民族也是一个勤劳自强的民族，在明治维新前后一段时间里，也是一个受外国列强欺压的国家。但是，从1894年向中国发动大规模侵华战争开始，就从被压迫国家向着压迫国家转变。甲午战争、对俄战争、第一次世界大战以及后来对中国东北和朝鲜的侵略，都使日本军国主义分子尝到了甜头，公然把“人多地少”，“人口过剩”作为必须向外扩张的理论依据，对外侵略的野心急剧膨胀。1937~1941年日本军工迅速发展，载重汽车产量由19,555辆增加到42,096辆，飞机产量由3,365架增加到5,088架，军用船只由5.5万吨增加到22.5万吨，坦克和装甲车的产量1941年达到6,000辆，整个国民经济都为战争服务。虽然不断从中国和朝鲜掠夺来财富和资源，但整个国民经济却越来越恶化。由于直接军费开支占国家总支出70%以上，出现巨额赤字，不得不大量发行纸币，造成恶性通胀，国家财政面临崩溃。

日本军国主义对外发动的侵略战争遭到亚洲各国人民的奋力抵抗，美国、苏联、英国也给予了有力的反击，使日本损失惨重，仅美国在日本广岛和长崎投下的两颗原子弹，就使20多万居民伤亡。一贯以侵略战争发财致富的日本军国主义，在第二次世界大战中以彻底惨败而告终。据统计，日本侵略者在杀害了亚洲各国几千万人，掠夺和摧毁了大量财富的同时，也把日本国家和民族推向了灾难的深渊。伤亡人数达646万人，2,200万人失去了家园，国家财富的15%以上被毁。至此，日本军国主义经济完全崩溃。

二战后，日本对整个社会进行了重大改革和调整。政治上，解散了日本军队，建立民主政治，实行法制；经济上，解散财阀，有效地控制垄断，分

散股份，分割大企业；实行土地改革，基本上实现了耕者有其田。在经济生活中，政府进行了行有效的干预。可以说，二次世界大战后，日本之所以能够创造经济“奇迹”，有其客观因素，但政府的经济行为在主观因素中也起了重要作用。政府经济行为的一个重要方面就是制定经济计划和产业政策。政府的经济计划主要是预测未来、通报情况、协调关系，引导企业更好发展，而不是具体操作和发号施令。

日本产业政策的形成、发展和成功的关键是日本存在一个“官民协调体制”，或称之为“政府与产业协调”的经济体制。战后日本在不同历史时期，都制定了相应的产业政策。大致分为四个阶段：

第一阶段是 50 年代。产业政策的目的是建立自主产业体系。为实现这个目标，一方面统制进口和限制对内直接投资，实行产业保护政策；另一方面在财政金融和产业组织政策等方面，采取必要手段，对产业进行培育和扶植。这些政策在 50 年代后期获得显著成效，实现了产业自主，国民经济开始高速增长。

第二阶段是 60 年代。产业政策的目的是，在现有产业结构重新工业化的同时，逐步实施外贸自由化和投资自由化，建立与国际相适应的产业体制。在这期间，日本实现了完全就业和产业结构的重组和工业化，增强了出口竞争力。与此同时，扶植产业的政策已经过时。另外，随着企业大型化，还出现了环境污染和垄断企业支配市场等弊端。因此产业政策必须有一个大的调整。

第三阶段是 70 年代。产业政策的目的是，加强竞争，反对垄断，保护环境。伴随着石油危机而来的国际间产业调整，日本又进行了新的产业调整。70 年代初对四大公害的批判，使自然环境服从产业发展的政策转向以保护自然环境为主的产业政策。1977 年《禁止垄断法》的修改，加强了对垄断企业的限制，并使其成为产业政策的中心。

第四阶段是 80 年代，产业政策的目的是，转变经营轨道，扩大内需，大力发展高技术产业。随着贸易摩擦加剧，日元大幅度升值，日本产业政策进入了一个新阶段。为了实现以国际协调为目标的产业调整，日本政府正力求几十年来的经济运行轨道的转变，从出口主导型产业体系转变为扩大内需型产业体系。同时提出“技术立国”的口号，大力发展高新技术产业。

战后日本经济从 1956 年开始起飞，经济增长率持续多年达到 10% 左右，而工业增长率高居 15% 左右。1956 年，经济恢复到战前最好水平，当时国民经济生产总值大约有 240 亿美元，是美国的 1/15，德国的 1/2，人均国民生产总值 270 美元，在资本主义世界名列第 35 位。

在日本国民经济高速增长过程中，按美元计算的国民生产总值看，大致是在 1966 年超过英国，1968 年超过法国和西德，仅次于美国和苏联。到 80 年代后期，已与美国并驾齐驱，成为世界数一数二的经济强国。当今世界，到处是日本产品的入侵，日本产品以其质量过硬、款式新、技术高、价格便宜赢得了广泛的国际市场。其汽车、机电产品、高性能电子计算机等领导着国际新潮流。

日本是一个资源贫乏的国家，它的能源工业、钢铁工业的原料和其他许多工业的原材料，大部分都要依靠进口。如其石油化工企业有着巨大的加工能力，但其原油的 80% 以上来源于进口；日本的现代化钢铁企业，生产的优质钢材占世界的第二位，主要的原料都是从印度、巴西等国进口。日本就是

这样一个由资源贫穷国家发展起来的世界工业大国。其立国之本是它的领先于世界的工业生产技术。

中国的现状和未来

中国是世界四大文明古国之一，有着悠久的历史 and 灿烂的文化，曾经为世界古代文明的发展，做出了巨大的贡献。英国学者汤姆·肯普认为，古代“中国有着她自己的能使其社会组织和文化领先于欧洲的政治制度。中国的传统生产方式比中世纪的欧洲要先进，即使在 18 世纪也比世界上许多地区要先进。”但是，16 世纪以后，中国就逐步落后了，当 18 世纪前后西欧各国已完成工业革命，向资本主义社会发展时，中国仍停留在封建社会中。

1840 年到 1949 年，是中国旧政权腐败，技术、经济、社会发展缓慢，与世界先进国家的距离迅速扩大的一个时期。因此，中国的工业在这样的环境中，也很难有所作为。

从 19 世纪 60 年代到 20 世纪 30 年代末，在整个工业经济中，分散的、个体的手工业仍占约 90%，近代工业只有 10% 左右，且都属于官办军工企业；产业工人约 300 万人，只占全国人口的 0.6%。主要工业品解放前的最高年产量，钢只有 92.3 万吨，原煤 6,188 万吨，电不到 60 亿度，而且大部分是由日本侵占下的东北所生产。当时规模比较大的纺织业，产量也很低，棉布最高产量为 27.9 亿米，加上进口的棉布及农民自纺自织的土布，全国平均每人每年才 5 米多一点。到 1949 年时，全国工业产值比战前最高年份降低了一半，其中重工业生产降低了 70%，轻工业生产降低 30%。原煤产量降到 3.243 万吨，减少了 2945 万吨，降低了 47.6%；钢产量降到 15 万吨，减少了 77 万吨，降低了 83.4%；棉纱由 245 万件减少到 180 万件，减少 65 万件，降低了 26.5%。全国运输的货物周转量只有 229.6 亿吨公里，仅及以前最高水平的 42.7%。解放后，到 1952 年才恢复到战前工农业生产水平。不仅工业生产落后，工业技术也十分落后，在使用机器方面，比西方晚 100 年左右。

中国的社会主义经济制度建立以后，对工业生产和技术进步起到了极大的促进和推动作用。建国后，通过没收官僚资本主义工业和对民族资本主义工业、个体手工业的改造，中国工业走上了一条全新的道路。经过近四十年的建设发展和改革，已具有相当的规模，形成了门类齐全的工业体系。全国现有工业企业 50 万个（不包括村办个体工业）。截至 1987 年，中国工业投资累计达 16,000 亿元，工业新增固定资产累计达到 8,000 亿元，比 1952 年全部工业固定资产增长 50 倍还多。

工业的发展，使国民经济结构发生了显著的变化，工业产值占社会总产值的比重，由 1952 年的 34.4% 增长到 1987 年的 59.8%，工业净产值占国民收入中的比重由 1952 年的 19.5% 提高到 45.7%。在发展更新传统工业行业的同时，许多新兴工业，如石油化学工业、电子工业、原子能工业、宇航工业、汽车工业、造船工业、飞机制造工业等等，也已建立并得到迅速发展；电子、原子能、自动控制、激光、射流等尖端科学技术已在工业中使用。主要工业品的品种与产量与建国初期相比，从无到有，从少到多，均得到大幅度的发展。例如煤炭产量已跨越 10 亿吨，水泥超过 1 亿吨，居世界第一位，钢铁接近 8,000 万吨，居世界第 5 位，石油居世界第 6 位。改革开放以来，中国轻工业发展最快。目前中国已经成为世界最大的服装、玩具的供应国，大量出口到西方发达国家和世界各地。电子产品和家用电器发展也十分迅

速。目前中国是世界上最大的彩电生产国，电视和洗衣机、电风扇、冰箱已是中国的普通老百姓的消费品。计算机工业的发展也十分迅速，已研制生产了10亿次的银河——巨型机，同时微电脑也在逐步得到普及，已开始进入家庭。

中国近几年的经济发展速度是令世人瞩目的，预料还将持续发展下去。目前中国在国际上的政治地位和经济地位越来越重要。许多专家预言，中国在下一个世纪用不了多少年就将赶上西方国家水平，这种估计显然夸大了中国的实际发展水平，然而也表明中国已展现出巨大的发展前景。

中国应当清醒认识到现有的发展机遇，紧紧抓住经济不放，把经济搞上去。既要认识到自己的有利条件，充分加以利用，并不断地向发达国家学习，向周边国家学习，来发展工业和经济，又要看到存在的问题，加以解决，促进经济的健康稳定发展。

总之，中国的发展是极有前途的，是光明的，但道路也是漫长而艰苦的。青年人应该有雄心和志气为中国的现代化建设做出贡献。只要我们一起努力，中国必将重新屹立于世界强国之林。

