

世界科技 百科

现代工业 回眸技术进步的辉煌

宋涛 主编



- 工业现代化是经济发展的中心环节
- 工业革命促进社会生产力的发展
- 形式多样相互转换的能源世界
- 智能惊人发展迅速的自动化技术



辽海出版社

世界科技 百科

现代工业 回眸技术进步的辉煌

宋涛 主编



- 工业现代化是经济发展的中心环节
- 工业革命促进社会生产力的发展
- 形式多样相互转换的能源世界
- 智能惊人发展迅速的自动化技术



辽海出版社

本卷目录

一、认识工业	(1)
工业革命前的社会概况	(1)
家庭作坊及传统手工业	(2)
不断进步的制造业	(4)
世界工业的摇篮——纺织业	(5)
工业化的新动力——蒸气机	(11)
机械制造业	(14)
现代工业的诞生	(16)
电气化时代	(18)
新兴工业的命脉——石油	(21)
重工业	(24)
轻工业	(24)
工业现代化	(25)
工业生产机械化	(26)
工业生产自动化	(26)
工业生产电气化	(27)
工业生产化学化	(27)
流水生产线	(28)
数控机床	(28)
电力网	(29)
临海型工业布局	(30)

临空型工业布局	(30)
劳动密集型工业	(31)
知识密集型工业	(32)
工业基地和工业区	(32)
采掘工业	(33)
加工工业	(34)
制造业	(34)
动力工业	(35)
燃料工业	(35)
煤炭工业	(36)
石油工业	(36)
电力工业	(37)
黑色冶金工业	(38)
有色冶金工业	(38)
激光工业	(39)
原子核电站	(39)
机械工业	(40)
电子工业	(41)
有机化学工业	(42)
纺织工业	(42)
食品工业	(44)
造纸工业	(45)
家电工业	(45)
国防工业	(46)
二、能源科技	(47)
能源的种类	(47)

黑色金子——煤	(48)
煤变的“石油”——水煤浆	(49)
人造石油	(50)
无形的煤——风能	(52)
核能发电	(54)
太阳能技术	(56)
唤起沉睡在地下的能量	(58)
海水温差发电	(61)
潮汐能和波浪能	(62)
海水盐度差发电	(63)
廉价的燃料——沼气	(64)
理想的能源——氢	(65)
原子能技术	(66)
用水开汽车	(68)
“吃”垃圾的工厂	(70)
磁流体发电	(70)
节能新技术	(72)
三、材料工业	(75)
工业革命与新兴材料	(75)
金属材料	(78)
合成高分子材料——分子界的巨人	(80)
无机材料	(81)
金属基复合材料	(82)
单向导电的半导体	(84)
形状记忆合金	(86)
防振合金	(87)

没有电阻的超导体	(88)
液晶	(89)
影响深远的光电子材料	(90)
烧蚀材料	(93)
玻璃钢	(94)
多孔材料	(96)
先进陶瓷	(98)
纳米材料和纳米技术	(100)
纳米陶瓷	(102)
超导材料	(104)
智能材料	(106)
电流变材料	(108)
四、自动化技术	(111)
智能惊人的自动化技术	(111)
传感器与自动化技术	(112)
铁路运输智能自动化	(114)
办公自动化	(116)
工厂自动化	(119)
C ³ I 综合自动化系统	(121)
自动柜员机	(122)
计算机售票	(123)
家庭机器人	(124)
农业机器人	(126)
空中机器人	(127)
遥控机器人	(128)
智能机器人	(130)

五、电子技术	(133)
用途日多的电视	(133)
新摄影技术——APS	(135)
千里传像的数字相机	(137)
“电子信使”	(139)
自动译码机	(142)
光纤通信	(143)
录音和书写电话	(144)
多媒体通信	(145)
电子通信	(146)
电子乐器	(147)
一览环球的电子出版物	(148)
现金的替代者——电子货币	(150)
奇妙的电子防盗术	(153)
真假难辨的电子伪装	(154)
使雷达“迷盲”的电子干扰	(156)
六、激光技术	(159)
激光的产生及其特点	(159)
第一台激光器的诞生	(160)
激光与防伪	(161)
激光与条形码	(163)
激光照排	(164)
激光医学	(165)

一、认识工业

工业革命前的社会概况

公元 1750 年左右，全球总人口约有 9 亿，其中欧洲有 1.4 亿，英国 有 770 万。那时候，英国各民族主要生活在农村，以农为生。这种情况持续了很长时间，在欧洲很多地区一直持续到 20 世纪，在其他不发达国家，现在仍然如此。那时，100 人中有 90 几个人靠农业生产或加工为生。

那时的世界，空气清新，森林密布，河湖纵横，水清天明。原野上，分布着或孤立或连片的农庄，农人日出而作，日落而归，牧群在草原上时隐时现，间或点缀着一两座热闹的城市，国王与达官们在那里控制着整个国家。那时没有污染，也没有令人头疼的环境问题，整个世界一派田园风光。但生活在其间的劳动人民几乎没有兴致欣赏美妙不过的风景。他们被沉重的体力劳动所折磨；为粮食歉收、饥肠辘辘而痛苦；被瘟疫和各种病痛折磨；被许许多多意想不到的痛苦所折磨。

那时，农村生产方式十分落后。农民们按照祖祖辈辈几世纪传下来的习惯，用古老的木制工具精耕细作。铁器比现在贵重得多，使用得很少。在欧洲，人们还不知道种植马铃薯，用犁耕种的土地远比今日少。那时还有大批的荒地、大沼泽、草原及森林，公共牧场还未被分为单块的田地，铁丝围栏也还未发明。

广大的农村人口几乎都是文盲，高等教育还只是个别阶层的特权。传统力量以及对上尊敬的习惯还未打破。社会的等级制度以及从属关系被认为是天定的。每一个人满足于自己狭小的生活圈子，承袭着父辈的衣钵，大多数人一生都没有离开家乡。社会地位很少由个人的成就而大多由他的出生决定。

乡间只有几条修造得很简陋的道路，所以步行、骑马或乘马车旅行都十分困难。商人、士兵、船夫、车夫、走街串巷的工匠人和学生，只是人口中的极少的一部分，他们偶而才有机会到远方去。

所有城市的房屋都还有乡村的烙印。小城镇不少，但中等以上城市只有几座。在欧洲，真正称得上是大城市的只有伦敦和巴黎，柏林和维也纳比较逊色。中国的北京、南京、杭州已是当时世界闻名的大城市。那时，没有街灯，虽然已有店铺招牌，但没有广告牌的招贴柱，也没有店铺的大橱窗。

如同农民一样，手工业者和商人的个人家计和营生是不分的，两者是合二为一的。只有一小部分拥有土地的上层贵族和一些大商贾是富庶的。

家庭作坊及传统手工业

在那时的城镇中有很多农业市民，他们在畜牧及蔬菜园艺上起着重要作用，而在世界各地的农村中，农业和手工业的结合早已成了传统。在山谷里，特别是在土地贫瘠的地区，农业收入只能勉强糊口，农民必须从事一些副业，以谋生计。这样就出现了一些家庭工业，如毛、麻、棉、丝的纺织，还有榨油、制豆腐和竹编、柳编等。在有些地区，家庭工业获得了飞

快的发展，特别在欧洲，形成了一些分散的小企业，但不是现代意义的机械化生产企业。家舍就是作坊。有的大家庭就经营着这种企业，妇女纺纱，男子织布。织出的布除满足自己的需要外，还供销售。这种纺织的所有生产工序，包括漂白、织布都是由手工完成的。这样生产出来的货物通过一个兜售客商与较大的购销行业相联系。这些客商多是当地邻近城市的逐步改做商人或订货商的亲戚或熟人。这些订货商有的已经能够提供原料，取走成品，自负盈亏，在欧洲甚至出境销售。后来，不少订货商成了欧洲纺织厂的厂主，成为第一代的企业家。

除了纺织业生产外，还有其他分散的传统家庭工业。这些家庭工业直到今天还通过一个订货人或商人按照十分苛刻的条件为广大销售网服务，例如瑞士的钟表、木器、玻璃器皿、玩具、装饰器以及其他物品的制作业。某种产品各个加工阶段的工作在这里也是分配给不同的辅助人员以及能工巧匠来完成的，但整体制作过程始终是在小型家庭企业的范围内进行的。

但是，家庭工业与原来的手工业相比，其作用大大逊色。手工业在西方的几乎所有国家的绝大部分城市中，从好几个世纪以来就组成了行会或同业公会。在欧洲的一些国家，主要在北欧、东欧和东南欧，手工业者从来没有失去其农民特征。

严格对外实行闭关的行会大多享有古老的特权，拒不接纳外来人。它只接纳向父亲学会行会手艺的儿子，至多接纳年老或已故师傅的女婿加入行会。帮工和学徒的数目也有严格限制。这样，行会就能阻止不愿见到的竞争的发生，并且嫉妒地监视另一行会的行东是否把不属于他的生意抢走。手工业的传统摒弃一切不属现有行会的活动。一个不享有特权的行会以外的“佣工”，被认为是不光彩的。只有加入行会的行东才有权

在城市内进行行业活动。

这种古老的特权随着时间的推移变成限制条文，最后使整个行会体系僵化，妨碍新企业的创建。年富力强的手工业者就这样被堵死了任何发展的可能。行会严格规定的古老习惯一度给手工业以威望和力量，但后来却僵化成为空洞的礼法。技术上的进一步发展已不能指望于行会了。

不断进步的制造业

在工业化前的时代，家庭加工业以及手工业都是加工劳动的组织形式。人们从用自己的工具在自己的房屋里劳动，过渡到工厂体制的一个重要阶段——制造业。虽然数量很少，不能过高估计其意义，但当时它却是新生事物。

制造业起初还只是分散的现象。工人们主要还是手工操作或只用最简单的辅助工具操作。然而在这里很多同行业作坊被合并成一个大企业，这样做可能是为了更好地监督工作，节省运输费用，同时也可能是为了加强分工，使部分工作分为不同的简单单项操作，以获得较高的产量。在手工业企业中，行东和师傅所制作的产品从原料到成品的每一道工序都是由个人单独完成的。在制造业中，每一个工人只完成生产过程中的一道工序。制造业工人，其中包括妇女和小孩，不像家庭加工业的劳力那样在自己的住房内劳动，而是在严格的劳动纪律下，在大车间内劳动。在很多地方常迫使劳改所、养老院以及监狱的人员也作为廉价的劳动力投入到制造业中去。织袜，特别是纺纱是他们干的最常见的活。

那个时代的人，对统一规格的货物的需求量增加很快。一

方面是由于日益活跃的商业交往有利于生产，出口能给国家带来钱财；另一方面，是因为17世纪和18世纪初，军队正过渡到统一的武装和服装。因此，不仅为了满足宫廷和上层贵族对奢侈品的特殊生产要求，而且为了军队摆脱对外国的依赖，满足军队对军服以及武器装备的增长需要，君侯对新的大企业都要给予鼓励和优惠。

对这种制造业的新的经营形式起决定作用的是在组织和经商方面出现的一批人员，他们通过经商积累了较大的资本，在事先获得特权和垄断后，开始了追求最大利润的生产。

在君主专制及重商主义政策的时代，国家对每一个行业的活动都制定规章，进行干预。除了宫廷及军队供应的需要，还有财政上的收益，使君侯及其顾问鼓励或支持这些新企业。方法是通过国家订货、减轻税款，或通过奖励、贷款及保护关税的手段来实施。

国家这种奖励企业以推动制造业发展的精神，以法国路易十四及其大臣科贝尔执行最有力。在法国，诞生了维系国家财产的一些经济企业，如巴黎的地毯和壁毯针织厂，布雷斯特、地伦和罗什福尔的军舰厂。其他一些由国家创建的制造业只是获得国家的鼓励，作为“皇家工厂”有权在其产品上标明陛下纹章。但这些企业的财产属企业家所有。最后还有第三种优惠的制造企业，它们并不具有“皇家工厂”的称号。

世界工业的摇篮——纺织业

18世纪工业革命前的英国，无论是社会经济条件还是科学技术方面都已做好了工业革命的准备，只要有星星之火便可

以燃起工业革命的熊熊烈火。这最初的火花是从纺织业迸发出来的。

几世纪以来，英国一直以其毛织品闻名于世。英伦三岛的气候及其高产的种羊为羊毛生产提供了有利的条件。因此，除了棉麻加工外，羊毛纺织品的生产长期以来一直非常繁荣。加工企业都位于河流两旁，羊毛和毛绒的洗涤以及原料的进一步处理，都依赖水轮的驱动。

当时，人们还不能把短棉花纤维纺织成不断的棉条，因此，把它掺入些亚麻，加工成粗斜纹布。纯棉纺织品那时只有印度人知道如何生产。

印度的纯棉织品由商业公司收购后，运到英国。英国的羊毛制造商把这种海外的竞争看做是对其生存的威胁，并设法于1700年禁止印度棉织品输入英国。因此，英国人把发明适当的加工机器作为目标，并为此而坚持奋斗，直到目标达到为止。

1733年，当时还不到30岁的钟表匠约翰·凯首先发明了提高手工织布生产能力的“飞梭”。自此以后，用手抛掷的织梭可以自动来回工作。这一新装置使织布速度提高了一倍，织出的布匹面幅长于织工伸开的手臂。在飞梭发明以前，织工得用一只手投掷织梭，用另一只手把它接住。

飞梭发明以后，一个织工所需的纱，需要十几个纺工全力工作才能供应得上。这样就引起了纺纱工的生产能力与织工对纱日益增长的需要之间的矛盾。这只有通过改进纺纱工序才能解决，于是进行了很多种试验以提高纺纱工生产能力。

1751年，伦敦皇家学会悬赏50英镑给予“发明一部最好的，能同时纺6根棉线、亚麻线或黄麻线，只需一人照管的机

器”。直到13年以后，即1764年，才有了第一个应征者：詹姆斯·哈格里沃斯。他出示了一种机器，它有8个锭子。哈格里沃斯是一个文盲，夏天当木工、冬天当织工。他为其发明起了个名字，称为“詹尼纺纱机”，詹尼是他女儿的名字（也有说是他妻子的名字）。这台机器还得用手工操作，只能纺纱，生产一种易绕的纬线。尽管如此，毕竟意味着这一问题的解决又向前迈进了一大步。

不久，理查德·阿克赖特于1769年制造了一种新的纺纱机“机架”，用水轮驱动，经过初步试验阶段后于1771年投产，并成批制造。阿克赖特和哈格里沃斯一样，出生于一个普通家庭。他以前是个理发师，挨家兜售一种染发剂，是一位具有扎实的经商本领和企业家素质的“好动脑筋的人”。这种机器通过一根纱轴和滚筒，把纱精纺，从而大大改进了绕线工作。由于纱线有较强的拉力，故适合织成线带。英国从此也能生产纯棉织物了。1774年撤销了在这之前一直实施的生产纯棉织物的禁令。

阿克赖特的企业是用贷款在诺丁汉附近的克罗姆福特建立的，它当时已被认为是一家工厂了，纺纱由手工操作转向机纺就随着这家企业的创建而开始了。其粗细均匀的纱线以“水线”之名而闻名遐迩。1771年，阿克赖特制成第一台机器。之后就即刻从事机器的批量制造，1775年继续有所改进。后来，他把专利使用权转让给别的企业家，成为棉纺织业工业化的先驱者。

3年后，技术员塞缪尔·克伦普敦又有新的革新，他改进了哈格里沃斯和阿克赖特的纺机。他把20到50枚纺锤安排在一部进出移动的车上，把两种结构成功地结合在一起。他把它

称为“骡子”，形象地指出它是混种交配的产物。

这样，到 18 世纪 80 年代初，纺机的结构已达到成熟的阶段。其基本原理成为好几代人的准则，改进的只是驱动的形式。不久，在一些企业中蒸气机替代了水轮机。对此我们将另加阐述。在这方面，阿克赖特也是创始人。1785 年和 1790 年在他的纺纱厂内安装了两台蒸气机。同年有 8 家纺织企业跟着做了。1800 年，在棉纺厂已有 84 台蒸气机，那是半个世纪以后的事。阿克赖特是第一个大工厂主，他的工厂发展成为纺纱厂中的领导企业。

一台精纺机当时比一台脚踏纺车的产量高出 30 倍以上。手纺女工当时即使竭尽最大努力，也不可能与这些占优势的新纺机进行竞争。没有几年功夫，手工作坊也都使用了这些新机器，变成了工厂。不管是诸如捣毁机器的恐怖行动，还是火烧厂房，对发明者进行威胁，都无法挽救家庭纺纱业的命运。机纺棉纱的产量不断上升，棉纱不是交给家庭织工，就是出口。在国内市场，在居民的各个阶层中，棉纺织品迅速与毛麻织品并驾齐驱。但国外市场对厂主则具有更大的意义。1792 年，在欧洲大陆的展览会上价廉的英国机织棉纱首次占有重要的地位。英国控制了许多海外国家的棉织品市场，而且没有竞争对手，这些国家构成了英国棉织品出口的市场。

过去是棉纱太少，不能满足由于发明飞梭而增长的对棉花的需要。现在正好相反。由于棉纱的供应量增大，织工的脚步常常跟不上来。1783 年又有了棉花印花机。印花棉布、薄的印花布、斜纹细布、白坯棉布都成为重要的出口商品。这样，1790 年以后，手工织布在几十年内经历了一个前所未有的繁荣兴旺时期。

1785 年虽然已发明了机械织机，但在其构成对手工织机的严重威胁之前，还经历了一段时期。值得注意的是：获得机械织机专利权的是一个乡村神甫埃德蒙·卡特烈特。他脱去黑袍成为一名工厂主，但他缺乏经商本领。他的织布厂有 20 几台织机，但如其他新事物一样，还不够成熟，他的企业在几年以后歇业了。直到 1804 年，卡特烈特才改进了织机，提高了功效，从而能在与手工织机的对抗中生存下来。

纺织机排挤了纺车，这只是把妇女的家庭副业搞垮了。但动力织布机把分散在小作坊中的手工织工排挤掉，其意义却深远得多。因为这样，在整个英国就为男工创造了广泛的就业机会。

1806 年，曼彻斯特建立了第一家大型织布厂，机械织布机是蒸气机驱动的。1818 年已经有了 15 家机织布厂，1833 年英国纺织厂有 8.5 万台机械织布机。同时，在农村及小城镇还有几十万手工织布工人为了糊口，靠劳动工资谋生。不久，机械织布机占领毛织业。由夏普和罗伯茨（1822 年和 1825 年）对卡特烈特织布机的改进，引起了新的投资浪潮。以很多人贫困为代价所获得的机器，在与落后的生产形式之间的不断斗争中取胜，到 19 世纪中叶以后在英国彻底占据了统治地位。1850 年有 22.4 万台机械织布机。但 5 年后还有 5 万名手织工人。

在 18 世纪 90 年代，有 34 万人在新的机械纺纱厂工作。其中男工 15 万人，女工 9 万人，童工 10 万人。棉纱生产集中在迅速涌现出的一些工厂里，首先是在兰开夏郡、诺丁汉郡，特别是在海港利物浦的后方地带以及在曼彻斯特附近、苏格兰的西部地区 and 港口格拉斯哥附近发展起来。这些地区从而成为

世界上最古老的工业地区，棉纺业也成了最早的工厂产业。

英国对原棉的需要飞速增长。在纺织机普遍采用后没有几年，原棉的供应就很紧张。纺织品的重要原料棉花，加工起来很费功夫，那些白色的棉桃得去掉脱籽。在东印度群岛和美洲的种植场，缺乏足够的黑人奴隶劳动力。一个女工脱籽一磅棉花得花上整整一天。美国人伊莱·惠特尼制造成功一种用手工操作的脱籽机，每天可清理 50 磅棉花。这种棉籽机，被称为轧棉机。在惠特尼为他的发明申请专利权以前，在短时期内轧棉机就已经成为种植场主普遍拥有的财物。美国南方各州的棉花产量，已经从 1791 年的 19 万包达到 1803 年的 4100 万包。这是一次真正巨大的飞跃！

在英国，进口原棉要收进口关税，因为国家要保护本国的羊毛生产和加工业。但棉纺织厂厂主们的影响使得在 1789 年终于废除了对棉花的进口关税。

棉纺工业的飞速发展对毛麻制造业以及纺织业中的其他行业和漂染业引起触动。这些行业也进行了技术革新：梳理机、梳毛机、切布机、织袜机等所有的发明和发展，大部分在 18 世纪的最后 30 年中迅速次第出现，大大促进了当时最重要的一个工业部门，即纺织业的生产发展。

第一批机械纺织工场用水轮驱动，厂房简陋，设备粗糙。其中有些厂房过去是仓库和堆栈。建厂初期投资额都比较低，但情况迅速改变。惹人喜爱的水纱畅销，给厂主带来了巨大利润。水纱由英国运至海外销售，所得利润大部分投资于扩充企业和新建厂房。棉纺工业的建立因此并不那么依赖于资本市场，主要通过企业利润自行提供资金。

出口的繁荣昌盛以及随着每次技术改进提高生产力，使棉