

目 录

第一编 科技进步推动世界经济的历史回顾

第一章 科学技术的近代发展	(1)
1.1 16~19 世纪自然科学的产生与发展	(2)
1.2 20 世纪以来自然科学的发展	(5)
1.3 历史上的三次技术革命	(11)
1.4 社会科学的近代发展	(17)
1.5 软科学的产生与发展	(20)
第二章 第一次技术革命与机器大工业生产方式之确立	(23)
2.1 技术革命与产业革命之关系	(23)
2.2 第一次技术革命及相继而来的产业革命发生的历史背景	(24)
2.3 以蒸汽机广泛应用为主要内容的第一次产业革命	(24)
2.4 机器大工业生产方式的确立	(27)
2.5 产业革命从英国向世界范围的扩展	(28)
第三章 第二次技术革命与世界经济体系的形成	(32)
3.1 第二次技术革命及相继而来的产业革命发生的历史背景	(32)
3.2 以电的广泛应用为主要内容的第二次产业革命 ...	(33)
3.3 几个重要部门的技术突破与产业发展	(39)
3.4 世界经济体系的形成	(46)

第四章 第三次技术革命与战后世界经济的恢复 与发展	(53)
4.1 第三次技术革命及相继而来的产业革命发生的 历史背景	(53)
4.2 以电子技术的广泛应用为主要内容的 第三次产业革命	(58)
4.3 几类重大技术发明及相应产业的兴起	(61)
4.4 战后世界经济的恢复与发展	(67)

第二编 科技进步推动社会经济发展的机制及原理

第五章 现代科学技术系统与现代社会生产力系统	(70)
5.1 有关系统的基本概念	(70)
5.2 现代科学系统	(72)
5.3 现代技术系统	(78)
5.4 生产力系统的现代形态	(85)
5.5 科学技术在现代生产力系统中的作用与地位	(97)
第六章 科学技术转变为直接生产力并取得经济 效益的机制	(109)
6.1 三种不同类型的科学研究:知识库与技术源 的建立	(109)
6.2 技术转移:科学技术进入生产力系统的桥梁.....	(114)
6.3 技术创新:科学技术转化为直接生产力 的关键环节	(118)
6.4 技术扩散:技术创新取得规模经济效益的 重要步骤	(126)
6.5 科学技术转化为直接生产力的全景分析	(128)
6.6 科技转化的经济效益与风险评估	(138)

第七章 科技进步推动社会经济发展的一般原理	(141)
7.1 科技进步的含意	(141)
7.2 科技进步对于经济效益提高的作用	(143)
7.3 科技进步对于产业结构演变的影响	(146)
7.4 科技进步对经济增长的贡献	(151)
7.5 科技进步与经济周期之关系	(156)
7.6 科学技术是推动社会发展的一种革命力量	(160)

第三编 科技进步推动经济发展的不同模式

第八章 几种有代表性的模式及其比较	(166)
8.1 科技推动经济发展的长线模式(美国模式)	(166)
8.2 科技推动经济发展的短线模式(日本模式)	(173)
8.3 科技与经济通过计划联系的模式(前苏联模式) ...	(177)
8.4 在社会主义市场经济体制下,科技与经济的多方位 结合(德国模式)	(183)
8.5 发展中国家技术立国之路(韩国模式)	(187)
8.6 不同模式比较的启示	(191)

第四编 现代技术革命及其世界反响

第九章 现代技术革命(第四次技术革命)及其对 世界经济的影响	(195)
9.1 现代技术革命的主要内容	(195)
9.2 现代技术革命的特点	(205)
9.3 现代技术革命对世界经济的影响	(207)
第十章 世界各国的战略策略反应	(214)
10.1 美国.....	(214)
10.2 西欧.....	(216)
10.3 英国.....	(217)

10.4	日本	(217)
10.5	韩国	(218)
10.6	前苏联	(219)
10.7	中国	(220)

第五编 科技进步与世界经济当代发展的热点问题

第十一章	知识产权及国际技术贸易	(221)
11.1	知识产权的基本概念	(222)
11.2	知识产权的国际保护	(229)
11.3	专有技术	(234)
11.4	国际技术贸易的特征及其方式	(236)
11.5	国际技术贸易的发展及其意义	(238)
11.6	各国对技术贸易的政策及管理	(242)
第十二章	信息高速公路及信息经济	(244)
12.1	信息、信息技术及信息产业	(244)
12.2	信息经济	(249)
12.3	信息高速公路的提出及其社会影响	(254)
12.4	迎接信息经济时代	(261)
第十三章	可持续发展观及生态经济	(265)
13.1	历史上有关发展能否持续的争论	(265)
13.2	生态恶化敲响了警钟	(267)
13.3	可持续发展观的提出与确立	(271)
13.4	生态经济——世界经济发展的新规范、新方向	(275)
第十四章	高新技术产业的蓬勃发展与科技经济 一体化趋势	(279)
14.1	世界各国科技经济政策的新动向	(279)
14.2	高新技术产业开发区的蓬勃发展	(285)

14.3	科技经济一体化之含义及特征·····	(289)
14.4	科技经济一体化是历史发展的必然·····	(293)

第六编 21 世纪科技与世界经济发展展望

第十五章	第四次产业革命及未来经济的有关特征·····	(296)
15.1	21 世纪科技发展的趋势·····	(297)
15.2	第四次产业革命的发生及其基本图景·····	(300)
15.3	未来世界经济的若干特征·····	(304)
15.4	走向知识经济时代·····	(308)
结束语	·····	(321)
主要参考文献	·····	(332)
后记		

第一编 科技进步推动世界经济 发展的历史回顾

为了阐述科技进步与世界经济发展之关系,我们在这一编考察一下近代自然科学产生以来的 400 年(16 世纪 50 年代~20 世纪 50 年代)科技进步对于世界经济发展的主要作用及贡献。这一历史回顾,一方面为我们探讨科技进步推动社会经济发展的机制与原理提供感性资料;另一方面,则为我们阐述 20 世纪 70 年代以来发生的现代技术革命及其对世界经济发展的影响提供历史基础。

这一编,我们先简要介绍一下科学技术的近代发展,然后,阐述这个历史时期科技进步(主要是三次技术革命,当然,它是在整个科学技术发展的基础上产生的)对世界经济发展所起之作用及贡献。

第一章 科学技术的近代发展

为了论述科技进步与世界经济发展之关系,我们先扼要地叙述一下科学技术的近代发展(16 世纪 50 年代~20 世纪 50 年代),它们是现代科技进步与世界经济发展的基础。

1.1 16~19 世纪自然科学的产生与发展

近代自然科学是从文艺复兴运动(14~16 世纪)开始的,其最重要的标志是哥白尼《天体运行论》(1543 年)一书的出版,它宣告科学“从神学中解放出来”。^①

近代自然科学是古代科学的继承和发展,但两者又有显著的差别。古代科学,包括古代希腊、罗马、中国、印度和中世纪阿拉伯国家的科学,基本上处于现象的描述、经验的归纳和哲学的思辨阶段,除少数学科(如欧氏几何、阿基米德的静力学)之外,大多没有从哲学形态下脱胎出来。这种哲学形态的自然科学没有衍生出相应的技术,因此,也就不可能在生产中取得广泛的应用。近代自然科学则是以实验(包括观察)为基础,以数学及逻辑作为推理工具而建立起来的严密的理论体系,并且先后从自然哲学中分离出来而成为实证科学。正是这种实证形态的自然科学逐渐衍生出相应的技术,在生产中得以广泛应用,成为推动经济发展的重要因素。还有一点需要强调的是,近代科学所以有力量,在于其形成了一种严密的体系,正是借助于体系的效应或功能(从本质上来说,科学的效应是一种整体,而不是一个局部或某一个分支效应),沿着科学——技术——生产的路线,科学技术才逐渐成为生产力(16~19 世纪)、第一生产力(20 世纪以来)并推动着世界经济的发展。

下面,我们简要地论述一下这一时期自然科学的主要进展。

1.1.1 数学

数学对于科学技术的产生具有重要意义,马克思指出:“一种科学只有在成功地运用数学时,才算达到真正完善的地步。”^②

① 恩格斯:《自然辩证法》,人民出版社,1984 年,第 7 页。

② 《回忆马克思恩格斯》,人民出版社,1973 年,第 7 页。

近代数学是从解析几何的产生而开始的。解析几何把几何与代数结合起来,并把数学的研究从常量推向变量,为数学在科学技术中的应用开辟了道路。解析几何的思想,最早出现在笛卡尔的《方法论》(1637)一书中。与笛卡尔大致同时,法国数学家费尔玛也独立地创立了解析几何。

自从笛卡尔把变量引入数学后,数学开始研究变量之间的关系,这样就引入了函数概念,而这正是当时力学、天文学中迫切需要处理的问题(如已知物体运动的距离作为时间的函数,求物体运动的速度、加速度等)。正是在这一种形势下,微积分产生了。微积分是近代数学的基础与核心,它的出现是近代数学最重要的成就,微积分经过许多数学家的努力,最后由牛顿和莱布尼兹完成。牛顿和莱布尼兹的微积分实际上是不严格的,微积分理论的严格化是由法国数学家达兰贝尔及法国数学家柯西完成的。在微积分基础上,建立和发展了无穷级数、微分方程、微分几何及变分法,这就形成了近代数学最重要的一个分支——数学分析。

1.1.2 物理学

物理学是近代自然科学的带头学科,它对于近代科学技术的发展及其在生产过程中的应用起了主导性的作用。

近代物理学是从意大利科学家伽里略对惯性问题的研究而开始的。伽里略通过实验研究,破除了亚里士多德关于“只有外力的持续作用物质才能保持自身运动”的错误观念,为物理学的健康发展开辟了道路。

在伽里略、开普勒、笛卡尔、惠更斯、虎克等人对机械运动研究成果的基础上,牛顿进行了伟大的综合。1687年,牛顿的《自然哲学的数学原理》一书出版,标志着经典力学体系的建立,成为物理学进一步发展的基础。

在机械运动研究的基础上,物理学开始了对热运动的研究,于19世纪上半叶,相继建立了热运动的宏观理论——热力学及热运

动的统计理论。

进入19世纪,物理学研究的主攻方向转向电磁运动。1820年,奥斯特发现电流磁效应;1831年,法拉第发现电磁感应定律;1864年,麦克斯韦在前人工作基础上建立了电磁场理论并预言(1865年)电磁波的存在;1888年,赫兹用实验证明了电磁波之存在,成为科学理论指导科学发现最生动的事例。

1.1.3 化学

1661年,英国科学家玻意耳出版了《怀疑的化学家》一书,根据大量实验事实,批判了亚里士多德的“四元素论”与医药化学家的“三元素说”,建立了自己的元素概念,从而为化学的发展奠定了基础,并把化学从炼金术的影响下解放出来。

1777年,法国化学家拉瓦锡关于燃烧的“氧化学说”驱散了长期在化学中占统治地位的“燃素说”,为化学的进一步发展扫清了道路。

1808年,道尔顿在《化学哲学新体系》一书中,把古代原子论与化学实验定律结合起来,建立了新的原子学说。由于阿伏加德罗及康尼查罗等人的努力,澄清了道尔顿原子学说的某些混乱,提出了分子概念,从而确立了科学的原子——分子学说。

元素周期律的发现(门捷列夫,1869年)是近代化学发展的伟大成就,它为人类认识突破原子界限,进入微观领域作了准备。19世纪后期,在化学上另一重大成就则是“化学结构”概念的出现(布特列洛夫,1861年)。

1.1.4 生物学

生物学的研究对象是生命的运动,这是较之物理运动、化学运动更为高级、更为复杂的运动。因此,从科学的严格规范(数学运用、公理化体系)来说,生物学成熟得较晚。

近代生物学是从突破中世纪奉为权威的盖伦学说而开始的。其中,《人体的结构》一书的出版(维萨留斯,1543年)与血液循环

理论的创立(哈维,1616年)做出了重大的贡献。

生物进化论的建立是近代生物学的最重大成就,这是几代人共同劳动、研究、创造的成果。其中,布丰关于生物进化的思想、拉马克的早期进化学说、赖尔的地质渐变学说都起了重要作用。到了19世纪60年代,达尔文与华莱士几乎同时创立生物进化论,其标志则是1859年达尔文《物种起源》一书的出版。

1838~1839年,施莱登与施旺建立的细胞学说是近代生物学的又一重大成就,它揭示了动植物之间在结构上及生命活动的基础上的统一性,为生物学与化学、物理学的联结架起了一座桥梁。

1.2 20世纪以来自然科学的发展

20世纪以来自然科学的发展,不论就其深度还是广度、速度还是规模、理论的严密性还是应用的广泛性,都是16~19世纪所无法比拟的。20世纪以来,自然科学以其崭新面貌及一系列特点出现在公众面前,出现在历史舞台。

1.2.1 科学深入到微观领域

在上世纪末,在物理学中流传着一种观点,认为物理学已发展到尽头,今后的任务也就是在小数点后面求精确化而已。然而就在某些人为庆贺物理学的发展已到达顶峰的时候,出现了许多疑难问题(如黑体辐射问题、光电效应问题、氢光谱结构问题、固体比热问题、以太漂移速度问题等)无法合理解释。有人把这些称为晴朗天空中的几朵乌云,然而,正是这些乌云,迎来了世纪之交物理学的革命。

这次物理学革命是由X射线(伦琴,1895年)、天然放射性(贝克勒尔,1896年)、电子(汤姆逊,1897年)的发现而揭开序幕的。由于这些发现,破除了原子是宇宙最后基石(这是原子学说的局限)的观念,使人类的认识深入到微观世界。在微观领域,人们发

现原有的物理学理论不适用了。为了解决经典物理学与微观世界的矛盾,经由量子概念(普朗克,1900年)、光子概念(爱因斯坦,1905年)、原子结构的量子理论(玻尔,1913年)导致量子力学的建立(德布洛依,1923年;海森堡及玻恩,1925年;薛定谔,1926年)。

这次物理学革命另一方面发生在物理高速运动领域(即物体运动速度接近光速,这种情况在宏观领域不曾遇到,但在微观或宇观世界却广泛存在),为了解决牛顿绝对时空观与高速领域的矛盾,爱因斯坦先后建立了狭义相对论(1905年)及广义相对论(1915年)。

在量子理论、相对论的基础上,出现了原子物理学、电子物理学、原子核物理学、粒子物理学等众多物理分支学科及量子化学、分子生物学、量子生物学等边缘学科。这样一来,物理学、化学、生物学找到了统一的基础——微观粒子的运动规律,使人类有可能从微观层次来理解物质宏观运动的现象及其规律,并在此基础上发展各项技术,从而极大地提高了人类认识自然与改造自然的能力,并最后导致生产力的大幅度提高。

1.2.2 科学向广度进军

20世纪以来,自然科学发展的另一个特点是向广度进军并在各个方面取得重要成就。

在数学方面,现代数学的发展在数学分析的基础上,抽象代数学、解析数论、拓扑学、微分几何、泛函分析、概率论、模糊数学、非标准分析等基础数学得到蓬勃发展。除此之外,计算数学、数理统计、运筹学、工程数学、经济数学、生物数学等应用数学也有长足的发展。

在物理学方面,以微观物理理论为基础,结合宏观物理的实验事实,发展起来了固体物理学、半导体物理学、金属物理学、电介质物理学、现代磁学、晶体物理学、非晶体物理学、低温物理学、高压物理学、激光物理学、非线性光学、现代声学等众多分支学科。正

是在微观物理学的基础上,微电子学才得以产生并导致大规模集成电路及微型计算机的出现,最后,迎来了信息化时代。

在化学方面,以量子化学为基础,结合宏观化学的实验事实,建立了化学结构理论、化学反应动力学理论,使传统的无机化学、有机化学改变了面貌;在现代物理、现代化学及现代技术的基础上,分析化学焕然一新;同时,生物化学、地质化学、医用化学、核化学等边缘学科也应运而生。

在生物学方面,首先应该提到的是对遗传规律(孟德尔,1865年)的重新发现与确认(德弗里斯等,1900年),其次,则是摩尔根的基因学说(1926年)为遗传学的现代发展打下了坚实的基础。

20世纪生物学突出的成就是分子生物学的建立,这是一批年轻的物理学家与生物学家共同努力的结果,其中最突出的事件是DNA分子双螺旋模型的建立(沃森、富兰克林、威尔金斯,1953年)以及遗传密码的提出(伽莫夫,1954年)及破译(尼伦伯格,1961年)。

分子生物学的产生与发展导致基因工程或生物工程的出现,这是20世纪科学技术最伟大的成就,其巨大而深刻的影响将会在21世纪逐渐表现出来。

系统科学的产生与发展是20世纪自然科学向广度进军的重要表现。

本世纪40~50年代,信息论(申农,1948年)、控制论(维纳,1948年)、一般系统论(贝塔朗菲,1945年)先后出现。信息论、控制论、一般系统论从不同侧面研究系统的结构、系统内外信息的传输及变换以及运用信息对系统运行的控制问题。

到本世纪70年代,系统科学又有了新的发展,主要是耗散结构理论(普里高津,1969年)、协同学(哈肯,1973年)、超循环论(艾根,1971年)以及突变论(托姆,1972年)的出现。这四种理论,从不同侧面或角度研究了系统演化的特点及规律性。

在当代,科学技术已深入到人类生存空间的每一个角落。只要有研究对象,就会产生一门分支学科。因此,今天确实成了科学的时代。

1.2.3 科学发展的整体化趋势

科学发展的深化及广化的结果,导致科学发展整体化趋势的出现。20 世纪自然科学一方面不断地分化、专业化。据统计,学科门类已达 2000 余种;另一方面,也不断综合并且已出现整体化趋势,表现在以下几个方面:

1. 日益增多的边缘科学与综合学科的出现,促进了学科的彼此渗透。

2. 数学在各门科学中的普遍应用,使各门科学在方法上互相沟通起来。

3. 一系列横断科学(如系统科学)的产生,揭示了不同学科领域之间的联系或相似性。

4. 科学与技术的紧密联系,形成了现代科学技术的统一体系。

5. 自然科学与社会科学相互渗透不断加强,一系列交叉科学(如技术经济学、工程美学、商业心理学等)及软科学的出现。

6. 元科学^① 的出现。

1.2.4 科学的社会化

20 世纪以前,科学尽管得到了蓬勃发展,并且进入了学院,建立了研究所,成立了科学协会(或学会),不时举行专业性会议,但总的来说,科学仍然是少数人的事业,并没有引起全社会的关注。科学社会化主要是 20 世纪以来的一种社会现象。主要表现在:

^① 所谓元科学就是以某一门科学自己作为研究对象的科学。如数学学,就是以数学作为研究对象的一门学科,它研究数学的结构及演化规律。本世纪 30 年代以来在法国出现了一个布尔巴基学派,他们试图在公理化体系基础上引入数学结构概念来建立统一的数学就是这方面的一个例子。科学学则是一种典型的元科学。

1. 科学按指数规律增长。100 多年前,恩格斯就曾指出:“科学的发展则同前一代人遗留下的知识量成比例。”^① 恩格斯的话,在当时只是一种“天才的猜测”,而今天则已被证明是“科学的预见”。现代科学史表明,科学领域的许多指标都是按指数规律增长的,用数学公式表示为:

$$W = \alpha e^{\beta T}$$

其中,W 为科学指标^②, α 、 β 为参数,T 为时间。著名科学社会学家普赖斯经过大量的统计发现,科学文献每隔 10~15 年的时间增加一倍,科学期刊种类每 60 年增长 10 倍,全世界科技人员数量几乎每 50 年增长 10 倍(见表 1.1)。这些数字基本上符合科学发展的指数增长律。这种增长从近代科学产生开始计算,但因起点的基数小,因此,在 19 世纪以前,科学在社会中尚未占据重要地位;20 世纪以来,这种指数式的增长,因为有了一定的基数,而逐渐引起全社会关注,成为社会发展中的重要力量。

表 1.1 全世界科学家人数发展 (万人)

1800 年	1850 年	1900 年	1950 年	1970 年
0.1	1	10	100	320

资料来源:张碧辉、王平,《科学社会学》,人民出版社,1990 年,第 119 页。

当然,科学按指数规律增长只在一定条件下成立,到达一定时期,它有可能趋向饱和,但直到目前为止,这个规律仍然是有效的,尚未进入饱和区。

① 《马克思恩格斯全集》,第 1 卷,人民出版社,1956 年,第 621 页。
 ② 科学指标一般分为两类:一类是绝对值,一类是相对值。绝对指标有科研人员数、重大科研成果数、科技文献数量等;相对指标有科研经费与本国国民收入的比例、科研人员数与就业人员的比例、按人口平均计算科研成果数等。

2. 科学研究已达到国家规模。在 20 世纪以前,科学研究主要以个体劳动或小集体劳动为主,一个教授带几个助手进行专题研究。20 世纪以来,科学研究不仅突破了个体、小集体的形式,而且达到了国家级的规模。例如,美国的阿波罗登月计划,动员了 2 万多家企业、120 多所大学和实验室,总计 42 万人参加,耗资 300 亿美元,用了 11 年时间才完成。

在 20 世纪以前,科学研究主要是科学家个人的事业,科研选题一般凭个人兴趣,科研经费往往靠私人或家族资助。然而,随着科学研究规模的扩大,科学研究逐渐成为社会事业,它也就必须按一定的计划来进行。这些计划要从国家的政治、军事、经济或社会的需要出发,同时,也就得到社会各方面力量的支持。

除国家的规模外,20 世纪国际间的科学交流日益加强,特别是某些涉及全球性的科学问题,例如人与生物圈、环境问题、人口问题、生态问题,正在国际范围内进行合作研究。

3. 科学与工业合流。19 世纪中叶以前,科学与工业生产总的说来是分离的,只有少数科学家与工厂有所接触。然而,科学在生产中的应用所产生的经济效果逐渐引起人们的注意,因此,从 19 世纪末期开始,已产生了科学与工业合流的现象。

科学与工业合流的一个突出表现就是工业实验室的出现。第一个工业实验室是 1876 年由美国著名发明家爱迪生创建的。他突破了过去科学家“手工业式”的研究方式,组织了一批专门人才分工协作致力于同一项发明,从而使它的实验室成为“发明工厂”。以后,欧美各大公司都仿效他的做法,纷纷成立工厂实验室,例如贝尔电话实验室、西门子电器实验室等。

科学与工业之合流,使科学发明从实验到应用的周期大为缩短。例如,在 20 世纪以前,一些主要科技成果从原理发明到应用经历的时间间隔相对来说较长:蒸汽机用了 100 年(1680~1780 年),蒸汽机车用了 34 年(1790~1824 年),柴油机用了 19 年

(1878~1897年),电动机用了57年(1829~1886年),电话用了56年(1820~1876年),无线电用了35年(1867~1902年),电子管用了31年(1884~1915年),汽车用了27年(1868~1895年)。进入20世纪以来,科学技术转变为直接生产力的步伐加快了:雷达用了15年(1925~1940年),电视机用了12年(1922~1934年),晶体管用了5年(1948~1953年),原子能和平利用用了3年(1939~1942年),激光器只用了1年(1960~1961年),科学实验的成果就进入工业或军事的直接应用。

科学与工业合流的进一步发展,则是科技经济联合体、科技产业、科技园区、甚至科学城的出现。这方面的情况,我们将在第十四章中再作较详细的介绍。

1.3 历史上的三次技术革命^①

在近代科学的产生及科学技术整体发展的基础上,在18世纪中叶~20世纪中叶,发生了三次大的技术革命,强有力地推动了社会生产力的提高与社会经济的发展。

1.3.1 技术革命的含义

技术革命指的是技术系统中“范式”^②之转变。这里所谓技术“范式”指的是技术原理、技术结构、技术功能、技术规范(标准)等的总和,也就是反映技术系统根本特征的内容。

技术革命又分为全局性的技术革命与行业性或专业性(钢铁、

^① 我们这里只论及三次技术革命,70年代以来至目前为止仍在发生的第四次技术革命以后我们将专门介绍(见第九章)。

^② “范式”一词最早由美国科学哲学家库恩在讨论科学革命问题时引入(见库恩:《科学革命之结构》一书,上海科技出版社,1980年)。库恩所谓“范式”指的是科学共同体的基本信念:包括基本观点、基本理论、基本方法。我们这里借用“范式”一词对技术革命做出一种界定。

化工、建材、食品等)的技术革命二种类型。

全局性的技术革命将影响各行各业,导致那个时代生产方式之转变:如以“蒸汽范式”(以蒸汽动力技术与机械技术为主导的技术系统)取代“手工范式”(以人的体力或畜力为动力加上简单工具的使用)的第一次技术革命;以“电气范式”(以电力技术与无线电通讯技术为主导的技术系统)取代“蒸汽范式”的第二次技术革命;以“自动化范式”(以电子技术为主导的技术系统)取代“电气范式”的第三次技术革命。

除全局性的技术革命外,还有各行业或各专业范围内发生的技术革命,例如交通运输行业中火车、轮船、飞机的发明,冶金行业中的转炉氧气顶吹炼钢、连续铸钢,电子技术中电子管、晶体管、集成电路的发明,医药中的抗菌素的发明等。

下面,我们将要介绍的主要是历史上三次具有全局意义的技术革命。

1.3.2 以机械化为主要特征的第一次技术革命

1733年,英国的凯伊发明了织布用的飞梭,大大提高了织布的速度,因而纺纱跟不上织布的要求。1765年,英国的哈格里夫斯发明了“珍妮”纺纱机;1769年,阿尔克莱特发明了水力纺纱机;1779年,克隆普顿综合珍妮机和水力机的优点,发明了自动骡机,可以同时转动三四百个纱锭。

纺纱机的革新,使棉纱过剩,出现了新的不平衡。1785年,英国的卡特莱特发明了自动织布机,提高效率几十倍。随之而来的是一系列与之配套的机械发明,初步实现了纺织工业的机械化。

工作机的技术革新,要求为它们提供强大而方便的动力,从而产生了动力上革命的要求,瓦特的蒸汽机(1768年)就是在这种形势下应运而生的。由于蒸汽机在采矿、纺织、化工、冶金、交通运输、机械制造等行业的推广使用,各行业根据自己特点进行技术革新,结果形成了以蒸汽动力为核心的技术体系,如图1.1所示。蒸