

国家社科基金青年项目最终研究成果

GUOJIA SHEKE JIJIN QINGNIAN XIANGMU ZUIZHONG YANJIU CHENGGUO



科学技术进步 与就业问题

KEXUE JISHU JINBU YU JIUYE WENTI KEXUE JISHU JINBU YU JIUYE WENTI

■ 丁建定 著



中国劳动社会保障出版社



科学技术进步 与就业问题

（中国社会科学出版社）

中国社会科学出版社

国家社科基金青年项目最终研究成果

科学技术进步与就业问题

——20 世纪主要西方国家的就业变化与失业保障

丁建定 著

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

科学技术进步与就业问题/丁建定著. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2007

ISBN 978-7-5045-4870-2

I. 科… II. 丁… III. 技术进步-关系-就业问题-研究 IV. C913.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 034795 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷装订 新华书店经销

890 毫米×1240 毫米 32 开本 8 印张 229 千字

2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷

定价: 22.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64911344

内 容 提 要

本书是2000年度国家社会科学基金青年项目的最终研究成果,也是一项关于20世纪科学技术进步与主要西方国家就业问题与失业保障的专题研究成果。作者在论述20世纪科学技术进步及其对主要西方经济变化影响的基础上,系统探讨了20世纪科学技术进步影响下主要西方国家就业状况、失业问题、就业政策与失业保障的发展变化。

全书共五章。第一章研究20世纪科学技术进步与主要西方国家经济变化,主要包括科学技术发展的状况、特点与原因,科学技术进步影响下的西方经济增长、经济结构以及经济组织形式的变化。第二章阐述科学技术进步与主要西方国家就业的变化,主要包括科学技术进步对主要西方国家劳动力素质要求的变化,科学技术进步影响下的西方就业机会、就业部门结构、职业结构以及就业方式的变化。第三章阐述科学技术进步与主要西方国家的失业问题,主要论述20世纪不同时期科学技术进步影响下主要西方国家失业问题的变化。第四章阐述科学技术进步与主要西方国家就业政策,探讨主要西方国家适应科学技术进步的就业政策的建立和发展,介绍了当代主要西方国家所实施的创造就业机会、加强职业培训、强化劳动立法、提供就业服务等促进就业的重要政策。第五章阐述科学技术进步与主要西方国家的失业保障,主要论述20世纪不同时期科学技术进步影响下的西方失业保障的发展变化。

本书注重理论与实际的结合,深入浅出,语言流畅,可读性强。

本书可作为劳动和社会保障专业高等教育各层次师生、科学研究人员和公务员的学习用书,也是制定劳动社会保障法律政策人员的重要参考用书。

前 言

20 世纪是科学技术进步的重要时代。20 世纪科学技术进步呈现出加速度趋势，科学技术与生产实践的联系更加紧密，西方国家之间科学技术的竞争也更加激烈，这又反过来促使西方各国采取措施推动本国科学技术发展，从而使科学技术在西方国家获得更快的发展。

20 世纪是科学技术进步对西方国家就业与失业的影响更加直接而又深刻的时代。20 世纪科学技术进步及其特点极大地影响了西方国家经济的发展变化，科学技术进步在推动西方国家经济增长的同时，也使西方国家经济结构和经济组织形式发生了巨大变化，并因此导致西方国家劳动力素质要求、就业机会、就业部门结构、就业职业结构及就业方式的变化，进而使失业成为 20 世纪西方国家的重要社会问题。科学技术进步成为 20 世纪西方国家就业与失业问题变化的主要原因，并将在 21 世纪继续对就业与失业问题产生持续而更加明显的影响。

开始于工业革命的科学技术快速发展使就业与失业问题成为西方社会的重要问题之一，20 世纪科学技术的进步使这一问题成为具有全社会性与持续性的问题，西方国家不得不采取各种就业政策来应对长期存在且经常严重化的失业问题，就业政策在一定时期和一定程度上缓解了失业压力，但却无法消灭失业。于是，失业保障制度作为就业政策的补充开始在西方国家出现并很快发展起来。可以说，20 世纪科学技术进步推动了西方国家失业保障制度的建立和发展。

科学技术进步具有必然性，科学技术进步所导致的就业与失业问题也具有一定的必然性，但却可以通过有效的就业政策与失业保障制度加以应对和缓解。随着我国科学技术的快速发展，科学技术也将对我国就

业和失业问题产生直接影响，如何总结和借鉴西方国家在应对科学技术进步所导致的就业与失业问题方面的经验教训，及时采取有效措施预防和缓解科学技术快速发展对我国就业与失业问题的必然影响，也就成为我们必须关注的一个重要问题。于是，笔者以“20 世纪科学技术的发展与西方国家的就业问题”为选题，申报了 2000 年度国家社会科学研究基金青年项目并获准立项，经过 3 年多的研究，完成了这项专题研究成果，并顺利获得结题验收。

本研究从历史、经济、就业与失业保障等多个角度，阐述 20 世纪科学技术进步对西方国家经济发展的巨大影响，论述了科学技术进步与西方国家劳动力素质、就业机会、就业部门结构、职业结构以及就业方式的发展变化，探讨了科学技术进步对西方国家失业问题的影响，阐述了科学技术进步对西方国家就业政策与失业保障制度的建立和发展的影响，并特别关注当代西方国家就业政策与失业保障制度相互融合、相互协调、相互促进机制的形成，从而使科学技术进步、经济变化、就业状况、失业问题、就业政策与失业保障等形成一个具有严密内在逻辑的整体。

希望该成果能引起国内学术界对科学技术进步与就业问题更多的关注和研究，更希望有关部门及时重视并采取有效措施，以有效地应对科学技术进步对我国就业与失业问题必将产生的巨大影响。

由于作者学术水平尚需提高，希求读者对书中存在的缺点和错误批评指正！

最后，谨向中国劳动社会保障出版社的领导与朋友表示真诚的谢意，笔者在社会保障的学习和研究方面得到了他们的始终支持和帮助！

作 者

2006 年 11 月 1 日

目 录

第一章 科学技术进步与主要西方国家经济变化	(1)
一、20 世纪科学技术的进步	(1)
二、20 世纪科学技术进步的特点	(15)
三、20 世纪科学技术进步的原因	(28)
四、科学技术进步与主要西方国家经济增长	(40)
五、科学技术进步与主要西方国家经济结构变化	(49)
六、科学技术进步与主要西方国家经济组织形式变化	(61)
第二章 科学技术进步与主要西方国家就业变化	(68)
一、西方社会关于科学技术进步与就业问题的争论	(68)
二、科学技术进步与主要西方国家劳动力素质要求变化	(86)
三、科学技术进步与主要西方国家就业机会变化	(94)
四、科学技术进步与主要西方国家就业部门结构变化	(110)
五、科学技术进步与主要西方国家职业结构变化	(127)
六、科学技术进步与主要西方国家就业方式变化	(141)
第三章 科学技术进步与主要西方国家失业问题	(147)
一、科学技术进步与 20 世纪初主要西方国家失业问题	(147)
二、科学技术进步与 20 世纪中期主要西方国家失业问题	(153)
三、科学技术进步与 20 世纪后期主要西方国家失业问题	(163)

四、当代主要西方国家失业问题的特点	(173)
第四章 科学技术进步与主要西方国家就业政策	(183)
一、20 世纪主要西方国家就业政策的建立和发展	(183)
二、创造就业机会 促进就业增长	(194)
三、加强职业培训 提高劳动力素质	(197)
四、加强劳动立法 保护劳动者就业权利	(202)
五、提供公共就业服务 促进失业人员再就业	(206)
第五章 科学技术进步与主要西方国家失业保障	(213)
一、20 世纪初期主要西方国家失业保障制度的出现	(213)
二、20 世纪 20—30 年代主要西方国家失业保障制度的建立	(217)
三、20 世纪中期主要西方国家失业保障制度的发展	(224)
四、当代主要西方国家失业保障制度改革	(233)
参考文献	(240)

第一章 科学技术进步与主要 西方国家经济变化

一、20 世纪科学技术的进步

自 18 世纪中叶英国发生工业革命至今，西方资本主义国家共经历了四次科学技术革命，这四次科学技术革命分别是：第一次科学技术革命，发生于 18 世纪中叶到 19 世纪中叶，这次科学技术革命以机器的发明和使用为主要内容，通常也被称为工业革命；第二次科学技术革命，发生于 19 世纪末到 20 世纪初，这次科学技术革命以电力和化工技术的开发与应用为主要内容；第三次科学技术革命，发生于 20 世纪中期，这次科学技术革命以原子能技术、电子计算机技术和空间技术的开发与应用为主要内容；第四次科学技术革命发生于 20 世纪 80 年代，这次科学技术革命以信息技术、生物工程技术以及新材料和新能源的开发和应用为主要内容，这次科学技术革命通常又被称为新科学技术革命。

上述四次科学技术革命构成了西方资本主义国家科学技术发展的主要内容，也成为近代以来世界科学技术进步的主要标志。尤其值得指出的是，近代以来西方资本主义国家所经历的上述四次科学技术革命中，有三次发生在 20 世纪。这表明，20 世纪是西方资本主义国家乃至整个世界科学技术发展最重要的时期。对 20 世纪西方国家科学技术发展过程的考察，是研究科学技术进步与就业问题的变化这一课题的必要基础。

20 世纪西方资本主义国家科学技术发展的第一个重要时期是 19 世纪末已经开始、到 20 世纪初得到快速发展的第二次科学技术革命。这一时期，西方国家科学技术的进步首先表现在基础理论研究领域。

物理学方面所取得的成绩为世人所瞩目。早在 19 世纪中期，人们已经开始了对电的研究，法拉第（1791—1867）提出了著名的电磁感应原理，为电磁学的研究奠定了基础。19 世纪末，英国科学家麦克斯韦（1831—1879）对磁场进行研究，1873 年建立起电磁理论，1888 年德国人赫茨用感应线圈的震荡电流产生出电磁波，从而证实了麦克斯韦的电磁理论。电磁理论的研究促进了人们对光电现象的进一步探索。1879 年英国科学家克鲁克斯制造出一种高真空放电管，并发现“冷光”现象。1895 年德国的伦琴通过对冷光现象的研究和实验，发现了 X 射线——一种当时尚未被人所了解的射线。这一发现立即引起了科学界的轰动，全世界几乎所有的报纸都对这一发现进行了报道，伦琴因此成为第一个诺贝尔物理学奖的获得者。

X 射线的发现为人们进一步探索微观世界即物质成分提供了手段。1897 年，英国物理学家汤姆生经过研究发现，氢粒子的质量与电量的比值，要比阴极射线粒子的质量和电量的比值大一千多倍，阴极射线就是由这些具有质量的带电粒子组成，这种带电粒子就是电子。电子的发现揭开了电的物质构成。

化学领域的研究成果也很丰硕。门捷耶夫（1834—1907）的元素周期表成为这一时期化学研究进步的突出代表。门捷耶夫于 1869 年发表了元素周期表，认为元素是按照原子量的大小排列的，元素的性质具有明显的周期性，并由原子量决定，根据原子量和元素的性质可以预告新的元素，也可以根据元素性质的周期律修正已有元素的原子量。门捷耶夫在其元素周期表中列出 63 种元素，中间的许多空白点是其预测可能存在的元素。据此，人们在 1875 年很快发现了镓，1879 年发现了铕，1886 年发现了锗，1894 年发现了钷，1895 年发现了氦，1898 年又发现了钋、镭、氡。门捷耶夫元素周期表的提出受到恩格斯的称赞，说他

“完成了科学上的一个勋业”。^① 1913年和1914年，英国人莫莱斯发现，化学元素的原子核上的正电荷数就是这个元素的原子序数，也是该元素在元素周期表中的序数，原子序数是元素在周期表中排列不同的内在原因。丹麦人玻尔进一步发现，原子核外电子层是元素在周期表中周期的决定因素，从而说明了元素具有周期性的原因。

生物学和医学研究也取得了长足的进步。1879年，德国人弗莱明发现了染色体，1904年，美国人萨顿指出，染色体与遗传因子相对应并且成对存在，一个来自于母体，另一个来自于父体。1906年，英国人贝特森发现豌豆在繁殖过程中颜色与花粉的某些特性一起遗传下来，这说明几个遗传因子的确以某种方式联系在一起。1915年，美国人摩尔根经过研究证明，染色体是遗传因子的载体，1917年正式把遗传因子称为基因。19世纪中期，人们通过研究已经发现，某些疾病是由于某种生物引起的，从而提出了微生物学的理论，1897年，罗斯证明了疟疾及黄热病是由蚊子传染的。霍普金斯发现维生素是维持身体健康的主要东西。1902年，贝里斯又发现了另一种与生命和健康直接相关的东西，这就是激素。

19世纪末20世纪初，科学技术进步的第二个表现是应用技术开发取得了巨大成就。电器方面的发明占有显著地位。1870年，比利时人格拉姆发明环状电枢。1873年，第一台直流电动机问世。1882年，法国的德普勒发明远距离输电法，同年，爱迪生在美国建立第一个火电站，并把所发出的电通过线路输往它处，恩格斯听到这一消息后高兴地说：“它使工业几乎彻底摆脱地方条件所规定的一切限制”。1888年，交流电动机也出现了，电在社会生产和生活中的运用更加迅速地发展起来。1876年，美国的贝尔（1847—1922）发明了电话，并建立了第一个电话公司。1877年，爱迪生发明了录音器并由此制造出留声机、录音机和麦克风。1879年，爱迪生又发明了电灯，1893年，发明电影放映机。据统计，爱迪生及其助手共有1300种关于电器方面的发明，这

^① 马克思恩格斯全集（第20卷）. 北京：人民出版社，1957. 407

使得 19 世纪末 20 世纪初有关电器的发明与爱迪生的名字紧密相连。此外，意大利人马克尼（1874—1937）于 1896 年发明了无线电。1906 年，美国人费森登利用调幅波第一次实现空中播音。同年，另一名美国人德福雷斯特发明了三极管，用于放大信号，以增强收音和播音效果。

交通运输业的技术进步也很明显。1876 年，德国人奥托制造出第一台四冲程内燃机，用汽油做燃料，又叫汽油机。1897 年，另一名德国人狄塞尔设计并制造出第一台实用压缩式内燃机，用柴油做燃料，又叫柴油机。内燃机的出现引起了交通运输业的新革命。这一时期交通运输业中主要的发明还有：1879 年，柏林的电气化铁路；1887—1890 年，伦敦的第一条电气化地铁；1882 年，爱迪生发明的电车；1886 年，德国人本茨设计并制造出第一辆汽车；1894 年，第一艘蒸汽轮机轮船出现；1895 年，爱尔兰人登吕卜发明了汽车橡胶轮胎；1896 年，德国人捷尔费尔特发明了飞艇用液体内燃机，使飞艇的生产成为可能；1903 年，美国的莱特兄弟发明了飞机。

化工技术取得了长足的进步。19 世纪末，人们已经开始从煤炭中提炼各种化学产品，并开始人工合成化工产品。1883 年，德国柏林大学的拜尔教授（1835—1917）揭开蓝靛的分子式，人们开始能够制造人工蓝靛。德国人卡罗还申请了人工制造茜素的技术专利。20 世纪初，化工开始转向用石油和天然气做原料，石油加工工艺成为重要的技术课题，各种石油加工方法纷纷出现，主要有分馏法、热裂解法、催化裂解法与加氢裂化法等。合成橡胶和合成塑料是 20 世纪初化学工业的新生儿，1907 年，美国人贝克兰发明了合成塑料的生产工艺。1910 年前后，科学家用异戊二烯做原料合成橡胶。此外，1875 年，瑞典人诺贝尔（1833—1896）研制成用硝化甘油和火棉混合而成的炸药。1891 年，德国人赫普（1851—1915）制造成 TNT 炸药。硝酸钠和甲盐等化学肥料也开始生产并用于农业生产之中。

冶金技术明显改进。19 世纪末，由于大量富铁矿已近枯竭，贫铁矿日益成为主要的矿石来源，这就使得选矿技术变得重要起来，威尔福莱法、浮选法、磁选法等有效地解决了矿石筛选问题。铜的加工方法也

有改进，电解提炼法成为主要的生产方法。炼钢方法直接关系到近代晚期西方国家在世界钢产量中的地位，1875年，托马斯发明了用石灰和镁的结合物白云石进行铁矿除磷的技术，1889年，人们又开始把镍加入钢中以增强钢的韧性。

医疗技术不断发展。19世纪末，人们已经开始用碳酸消毒，一些学者制造出苯胺染料，从而可用对比着色的方法鉴定细菌。1888年，人们已经开始掌握毒素提纯技术，1901年，已经分离出肾上腺素，1915年又分离出甲状腺素。

20世纪西方资本主义国家科学技术发展的第二个重要时期，是20世纪中期的第三次科学技术革命，这次科学技术革命的主要内容是以原子能、计算机技术和空间技术的开发与应用为主。

20世纪中期，对物质结构的认识推动着基础理论研究的发展，从而建立起量子力学。早在1896年，法国科学家贝克勒已经发现了放射性物质铀，1897年，英国物理学家汤姆生通过研究提出了电子理论，1898年和1902年，居里夫妇又先后发现了钋和镭。所有这些科学发现为进一步认识物质结构奠定了基础。英国科学家卢瑟夫所提出的原子核理论是这一进程的重要里程碑。早在1899年，卢瑟夫已经发现，铀的射线可以分为两种，一种是带正电荷的 α 射线，另一种是带负电荷的 β 射线。1911年，卢瑟夫提出了原子核理论，原子中带正电的部分集中在原子的核心，称为原子核，电子分布在原子核周围，它带负电荷并且围绕原子核运动。卢瑟夫进一步指出，原子内部是空心的，这一发现打破了原子实心论的传统认识，被称为是“人类自德漠克里特以来对物质这一概念的最重要的改变”。

1913年，丹麦科学家玻尔在卢瑟夫原子核理论基础上，将1900年德国物理学家普朗克提出的“量子假说”引入原子核理论研究，提出了电子沿着特定的轨道围绕原子核进行运动，围绕特定轨道运动的电子并不辐射能量，只是在它从一个较高能量的轨道向一个较低能量的轨道跃迁时才发出能量，这种电子“跃迁理论”说明了原子的稳定性。

1924年，法国科学家德布罗伊也在普朗克的量子假说的启发下提

出了“物理波”理论，他指出，实物粒子具有二象性，并提出了一个关于光的波动性与粒子性的公式，实物粒子被称为物理波，他的这一理论被后来的实验所证实，也为人们进一步认识微观粒子奠定了基础。

1925年，德国科学家海森堡发表了《量子力学的基本方程》的论文，提出了矩阵方程理论，不久他又发表了《量子代数学》，从而建立起量子力学体系。1926年，奥地利科学家薛定谔提出了关于物理波的方程，从另一个途径即波动力学描述了量子力学体系，这样，对20世纪电子技术和空间技术起到关键作用的量子力学终于建立起来。

原子能理论研究是20世纪中叶基础理论研究的又一重要内容。卢瑟夫在提出原子核理论后又与索迪进行合作研究，他们通过实验发现，有些放射性元素会变成另一种放射性元素，并据此提出了放射性元素的蜕变假说。1913年，索迪发现铀和钍的放射过程中产生两种铅元素，并把它命名为铅的同位素。同年，汤姆生又发现了氦的同位素。1919年，阿斯頓又证明化学元素大都是同位素的混合物。同年，卢瑟夫实验用阿尔法粒子轰击氮原子核，分裂后的氮原子核与阿尔法粒子结合成氧原子核。这些发现证明，一种元素不仅可以自然蜕变为另一种元素，而且可以通过人工方法改变原子核，从而把一种元素变成另一种元素。这些发现成为原子能利用的基础。

实验物理学的巨大进步及惊人发现使传统的理论物理面临严重的挑战，也推动了理论物理学向前发展，爱因斯坦的相对论实现了从传统理论物理向现代理论物理的重大转变。1905年，爱因斯坦发表《分子尺度的新测定》的论文，并因此获得博士学位，接着他又很快发表了一系列重要论文，提出了“狭义相对论”的观点。他认为，时间和空间随物质运动而变化，质和量之间可以互相转化，某种物质的能与该物质的质量成正比，质量和能量成为同一概念的两个方面，从而推翻了传统认为的质量和能量是两种不同概念的观点。后来，爱因斯坦又提出广义相对论，认为物体之间并不存在吸引力，存在的只是引力场，引力场的强弱与物体质量成正比，时间与空间也是相对的，它们随着物体存在状态和运动方式的变化而变化。

在基础理论研究发展的基础上,20世纪中叶,应用技术的发展进步成为这一时期科学技术发展的一个重要表现。原子能利用技术的出现首先具有重要意义。1932年,著名科学家居里夫妇的长女及女婿约里实·居里夫妇发表了关于中子的论文,不久,卢瑟夫的学生香德韦克证实了中子的存在,1934年,他们用钋的 α 粒子轰击铝片,获得了自然界中不存在的放射性同位素,并发现这种放射性同位素具有巨大的能量,从而开辟了原子能利用的时代,他们同时也获得了1935年诺贝尔化学奖。

1934年,意大利科学家费米用中子对92种元素依元素序列逐一轰击,获得了近400种人工放射性同位素,并发现,如果用慢速中子轰击原子核,可使原子核反应的能力增强百倍,费米因此而获得1938年诺贝尔物理学奖。1938年,法国化学家哈恩在用中子轰击铀原子时,发现铀原子分裂成两个原子,并将这种原子分裂称为核裂变。因为这一重大发现,哈恩获得了1944年诺贝尔化学奖,哈恩的发现公布后,立即引起学术界的轰动,在一个月中先后公布了6次成功的核裂变实验,据此,物理学家得出结论:“如果铀核不但吃掉了一个中子,而且裂变时还能产生新的中子,那就可以使反应持续下去,如果产生的新中子不止一个,就有可能造成一种规模越来越大的链式反应,出现雪崩式的核爆炸。一公斤铀的裂变放出的能量与燃烧50万加仑汽油释放的能量一样多。整个爆发时间将只有百分之几秒,能发生几百万度高温,几十万个大气压的压力”。^①

核裂变技术发现后,立即引起西方主要资本主义国家的注意,第二次世界大战的日趋临近更加增强了西方国家对核裂变技术的关注,德国科学家率先实验成功核裂变,引起反法西斯国家的严重不安。于是,以德国为首的法西斯力量和以美国为首的反法西斯力量之间,在原子能应用方面展开了激烈竞争。

哈恩的核裂变实验成功后,德国科学家于1939年4月致信德国国

① 胡显年、曾同屏主编.科学技术概论.北京:高等教育出版社,1998.240~241

防部，要求大力发展原子能武器，1939年8月，爱因斯坦及费米等致信美国总统罗斯福，要求注意德国在核裂技术方面的成功，并批准研制原子武器计划。同年10月，罗斯福接受建议并批准计划。与此同时，德国也开始研究制定原子武器的方案。1941年12月，美国提出加速研制原子弹的方案。1942年夏，英国、美国和加拿大众多科学家合作，开始了代号“曼哈顿工程”的原子弹研制计划，由奥本海默博士负责。同年12月，在芝加哥大学建立了第一个原子反应堆，并很快实现了人工控制的核链式反应，为原子弹的研制提供了基础，1945年7月16日成功爆炸了第一颗原子弹。

第二次世界大战后，原子能技术的应用在两个方向上发展。战后美国和苏联争霸使得核武器以惊人速度发展。1949年8月，苏联研制出第一颗原子弹；1952年，美国又成功爆炸氢弹；1953年，苏联也试爆成功氢弹；20世纪70年代，核武器由战略性武器向战术性武器发展，1977年，美国研制出中子弹。与此同时，核能的民用技术得到发展。核能民用技术在20世纪中叶大体经历了三个阶段：1954—1960年的试验阶段；1961—1968年的实用阶段；1969年后的迅速发展阶段。核能民用主要用于核电的开发及应用，核电站出现于20世纪50年代，60年代，西方主要资本主义国家都已建立起核电站，70年代的能源危机极大地推动了核电站的发展。据国际原子能委员会公布的结果，到1982年年底，世界上已有25个国家建立了294座核电站，装机总容量达1.73亿千瓦，占世界发电量的8%；有27个国家正在兴建215座核电站，装机总量为1.97亿千瓦；各国正在设计建造的核反应堆有156座；到2000年，核电站发电占发电总量的45%。^①

计算机技术的开发及应用是20世纪中叶西方国家科学技术发展的第二个重要表现。人类早已在探索利用机械帮助进行数学运算的途径，并在19世纪制造出机械计算器及机电计算机，在一定程度上实现了计算的机械化。但是，人类在计算技术上的真正重大突破是在20世纪中

① 孙衍等著. 世界新技术革命状况. 长春：东北师范大学出版社，1984. 38