

chuangzao lilun yu
shijian



高等学校“十五”规划教材



创造理论与实践

张忠有 宋世贵 陈桂芝 编著

中国矿业大学出版社

高等学校“十五”规划教材

创造理论与实践

张忠有 宋世贵 陈桂芝 编著

中国矿业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

创造理论与实践/张忠有,宋世贵,陈桂芝编著. — 徐州:中国矿业大学出版社, 2002. 7

ISBN 7-81070-550-4

I. 创... II. ① 张... ② 宋... ③ 陈... III. 创造学 IV. G305

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 050022 号

书 名 创造理论与实践

编 著 者 张忠有 宋世贵 陈桂芝

责任编辑 张怡菲

责任校对 崔永春

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 中国矿业大学印刷厂

经 销 新华书店

开 本 787×960 1/16 **印张** 15.5 **字数** 294 千字

版次印次 2002 年 7 月第 1 版 2002 年 7 月第 1 次印刷

印 数 1~5050 册

定 价 20.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

序

自从江泽民总书记 1995 年在全国科技大会上发表“创新是一个民族进步的灵魂,是国家兴旺发达的不竭动力”的重要讲话以来,全国上下形成了一浪高过一浪的创新热潮。近年来,教育部制定了《面向 21 世纪教育振兴行动计划》,党和政府又不失时机地作出了《关于加强技术创新,发展高科技,实现产业化的决定》,并召开了全国技术创新大会,从而把我国的创新运动全面推进到一个崭新的发展阶段。可以预料,在近年的国家创新体系建设过程中,一个涉及到各个行业、各个方面的全民创新活动即将在国内全面展开。现代创造学的研究已完全表明,创新是创造的一部分,创新就是创造,创新的理论基础是创造学。由此,当前的形势为创造学的发展提供了极好的条件,我们创造学研究者无不为之欢欣鼓舞。

鉴于此,社会上已有越来越多的人,特别是一些单位和部门的负责人,在逐渐明确了创新在加大本单位或本部门在市场经济中竞争力的重要作用之后,开始思考并探求怎样去提高人们的创新素质和创造能力了。他们在多方打听、寻找创造学研究者,以期通过创造学的研究(或推广)来提高该单位员工的创造能力,从而在根本上保证其创新活动的健康开展。

创造学者多年期盼的创造学春天已经来到。

中国矿业大学被认为是创造教育开展较好的学校。事实表明,我校创造教育之所以在不同类型、不同层次上取得较满意的成果,根本原因是我们在创造学自身的理论研究与实践探索方面做了很大的努力,并在此基础上取得了一些创新理论成果,现已形成了创造学中一个具有系统理论性和广泛实用性的学派,从而可给人以思维上和方法上的启迪。

现在应该清醒地认识到,仅仅依靠 20 世纪 80 年代初从国外引进来的那些陈旧的创造学内容已不可能维持创造学自身的生存与发展。当前的创新形势为创造学的发展提供了良好的机遇,也提出了严峻的挑战。今后创造学能否在国家创新体系中发挥其应有的重要作用,其关键还在于创造学自身理论的发展和完善程度、在于创造学理论自身的创新,而创造学自身创新的动力又完全取决于创造学研究者的创新精神。只有用创造的精神和创造的方法来对待创造学,才能在创造学的理论研究与实践探索方面取得创造性的成果,从而真正促进创造学的发展,创造学才能在国家创新体系中起到其他任何一门学科都难以替代的地位和作用。我们期待着更多的理论和实践工作者在创造学领域作出新的探索。

庄寿强

于中国矿业大学创造学教学与研究中心

2002.7

目 录

第一章 创造——引领人类进步的阶梯	1
一、创造与人类文明进步	1
二、21 世纪是以创造为特征的世纪	7
三、创造是中华民族振兴的必由之路	12
四、学习创造理论,开发民族创造力	14
第二章 创造力开发(一)	
——创造力的普遍性和可开发性	20
一、创造与创造力	20
二、创造力的普遍性和可开发性	25
三、创造力的开发原理	30
第三章 创造力开发(二)	
——创造力与知识、能力和个性因素的关系.....	37
一、创造力与知识因素	37
二、创造力与能力因素	39
三、个性与创造	42
第四章 创造力开发(三)	
——创造与环境的关系	50
一、创造的宏观社会环境	50
二、创造的微观社会环境	54
三、创造与环境的辩证关系	63
四、创造与机遇	66
第五章 创造性思维及其训练(一)	
——创造性思维的本质及形式	71
一、创造性思维的概念	71

二、创造性思维的特点和过程	73
三、创造性思维的本质	76
四、创造性思维的主要形式	78
第六章 创造性思维及其训练(二)	
——创造性思维的培养及训练	86
一、创造性思维的基础	86
二、创造性思维训练方法	90
三、创造性思维训练举例	92
第七章 学习创造技法(一)	
——创造技法概述、联想类技法	97
一、创造技法概述	97
二、联想类技法	103
第八章 学习创造技法(二)	
——分合、移植、类比类技法	119
一、分合类技法	119
二、移植法	133
三、类比类技法	136
第九章 学习创造技法(三)	
——列举法、系统化法、其他类技法及技法的应用	144
一、列举类技法	144
二、系统化法	154
三、其他技法	161
四、关于创造技法的应用	163
第十章 科学发现	
——在思想之中创造世界	169
一、科学认识系统和科学认识过程	169
二、科学问题和科研选题	172
三、科学研究的方法	178
四、科学发现与人文因素	191

第十一章 技术创新	
—— 用科学创造人类生活	197
一、技术发明和技术开发	197
二、技术预测与技术评估	202
三、技术原理构思	208
四、技术创新	211
 第十二章 通过创造走向成功	
—— 创造成功案例集粹	222
 参考文献	238
 后记	240

第一章 创造——引领人类进步的阶梯

创造,是一个极富魅力的字眼。我们的祖先用他们的智慧和汗水,把一份份的创造成果贡献给了社会,留给了后代,推动了人类文明进步。如果没有创造,将没有人类,没有科学技术,没有文明。在今天,新世纪的人类发展、中华民族的振兴、个人的成才成功都更加紧密地与创造联系在一起了。创造是人类最有意义的实践活动,是人类最高尚的事业。

一、创造与人类文明进步

创造是人类社会文明进化的阶梯。从某种意义上说,一部人类文明史便是一部创造史。常常有这样的情况:一件创造成果的诞生带来人类生产方式、生活方式的变革,促使社会文明进化到一个崭新的阶段。人类从走出原始的洞穴到住进豪华的别墅,从脱下遮羞的树叶到穿上华丽的盛服,从钻木取火、茹毛饮血到使用现代化的各种科学技术,都是创造的结晶。人类用劳动创造了世界,同时劳动也创造了人类自身。

1. 原始劳动工具的创造标志着人类原始文明的诞生

在人类的所有创造中,几乎没有什么比发明原始的劳动工具更重要的了。它不仅延长了人类的肢体,使人类摆脱了用自己的身体直接面对自然界的局面,而且在制造和使用工具的劳动中创造了新的生命形式——人类本身。

约 2300 万年~1000 万年前,人类和现代类人猿共同的祖先森林古猿分布在亚欧非三大洲,成群生活在热带和亚热带森林的树上,靠摘取树上的果实和林中可食植物为生。随着地球上气候的变化,林间出现了空地和有稀疏树木的草原。一部分古猿来到地上寻找食物,他们也许是觉得用后肢站立时视野更加开阔,便逐渐经常采用这种姿势行走。学会了直立行走的古猿的前肢解放出来,遇到猛兽会抬起现成的树枝和石块进行抵抗和还击,并逐渐学会了使用石块和木棒来砸碎坚硬的植物果壳,更省力地挖出地下植物的块茎和块根。天然工具的使用延长了古猿的肢体,提高了采集效率。

约 300 万年前,一部分猿群学会了用打制的方法加工石英石、燧石或其他坚硬的石块。这种打制的产品是粗糙的、不规则的砍砸器、尖状器、刀片和多功能的手斧,但对于猿来说,这是一次具有划时代意义的伟大创造,它成为猿进化到人的标志。对于整个宇宙来说也是具有伟大意义的事件,它标志着一种智慧生命的

产生,只有这种生命才能认识自身和宇宙。如果考虑到至今我们还不能确定宇宙中是否还有其他智慧生命的话,这种意义就更无法估量了。

考古科学研究证明,劳动创造了人本身,劳动的真正标志是制造工具。从森林古猿到猿人演化过程中分化出来的腊玛古猿和南方古猿也学会了直立行走,南方古猿也学会了使用天然工具,但最终因没有学会制造工具,不会真正的劳动,在生存斗争中被自然所淘汰。现代类人猿如大猩猩、黑猩猩偶尔也有使用树枝等天然工具的情况,但终究没能制造工具而成为有智慧的人类。人类起源过程如图 1-1 所示。

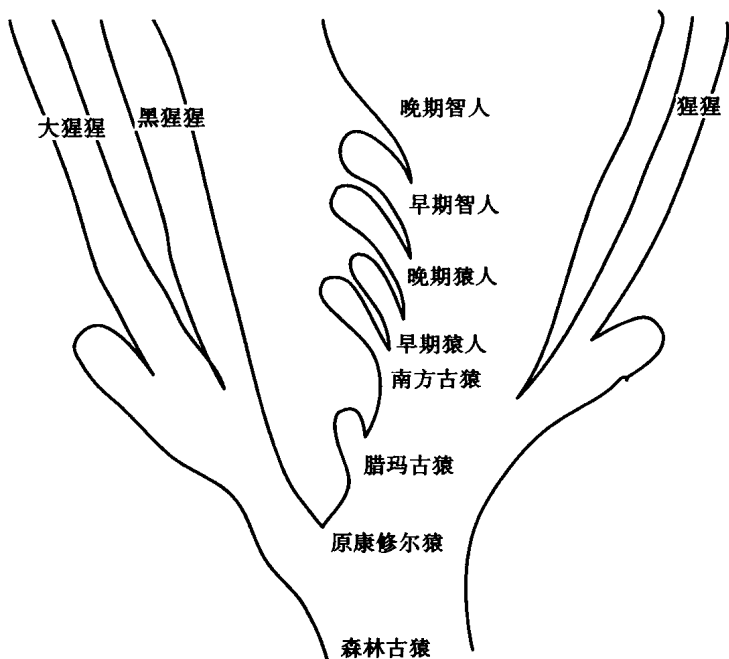


图 1-1 人类起源谱系树

用打制方法制作的石器统称为旧石器。旧石器时代延续了近 300 万年。在这漫长的岁月中,人类加工石器的工艺水平逐渐提高。最初是用石块互相敲击,打制有薄刃的石器时则要经过敲击修整。早期用石锤修整,制成的石器边缘粗糙;中期用木棒或骨棒修整,制出的石器边缘便比较平整;后期发展为用骨、角或硬木压制石片,修整后的石器就比较精细了。如图 1-2 所示

自从人类诞生至今,旧石器伴随人类走过了百分之九十九点五的历史进程,直到距今 1 万年左右才逐渐进入新石器时代。旧石器的发明者们不可能想像他



图 1-2 旧石器的进化

们的创造成果竟然使人类社会发生了如此巨大的变化。有了砍砸器,砍伐树木更加快捷,食物的采集和木棒材料的获取就更加方便。有了刮削器和尖状器,加工猎物 and 挖掘洞穴的效率大大提高。石球、石矛、石镞等石器的制成有效地推动了狩猎活动的开展。到了旧石器时代的晚期,出现了磨制的骨器,人类还发明了弓箭,学会了用火,整个社会的生产力得到了迅速的发展。人类制造的工具,不仅是劳动的手段,还结晶着人类劳动的经验,是人类交流和传递经验的手段和“教具”,在没有发明文字之前,它起到了“文字”和“书册”的作用。正是凭借最初的创造成果——石器,人类的祖先开创了人类的原始文明。

2. 新的自然力利用——机器的创造带来了近代文明

在人类征服自然和改造自然的活动中,除了人类的肢体需要使用工具来延伸,人类的体力也显得那么有限,利用自然界的能量——能源去征服自然界是人类的杰出创造,也是人类生存发展必不可少的创造。在人类利用能源的创造中,最早、最重要的要数火的使用和人工取火技术的发明了。火的使用给人类带来了光明。这光明驱散了愚昧、黑暗,带来了文明。有了火,人类就开始熟食,食物的种类和范围扩大了,营养丰富,人类的体质得到了加强,大脑进一步发达。火可以御寒,帮助人类在恶劣的气候环境中生存下来。火可以照亮洞穴,使人类由野居变成洞居,改善了居住条件。火可以用来保护自己,驱逐凶猛的野兽。人类在

古代文明发展的历史长河中,除了发明火这样的自然力利用技术外,还有舟船、畜力、水车和风车等技术的发明极大推动了古代文明的发展。在这里,我们要介绍一项几乎与火的利用同样重要、对于人类来说具有划时代意义的发明创造——蒸汽机的发明。

自从哥伦布发现美洲大陆到牛顿去世的 235 年时间里,英国从海外扩张和殖民活动中取得了大量的财富。资产阶级迅速发展,并且基本取得了政权。对外战争的胜利使这个国家成为头号世界殖民帝国,地理位置的优越又使其海上贸易和扩张发展的前景十分光明,牛顿时代科学的昌明又给英国人增加了精神上的自信心和优越感。一次悄悄的但却影响深远的技术革命随之发生了。这场革命是从纺织业的技术革命开始的。1733 年,约翰·凯伊发明了飞梭,从此人可以不再用手抛梭织布了,织布效率大大提高,使手工纺纱供不应求。5 年后惠特制出了滚筒式纺纱机,这样又不用手指纺纱了。1764 年,织工哈格里夫斯发明了多锭手工纺纱机——珍妮机,使纺纱效率提高了十几倍。1768 年,阿克赖特制成了翼锭式罗拉纺纱机,接着,克朗普顿又综合前述两人机器的优点,发明了走锭纺纱机。这样,纺织业的局面又改变了:在高效的纺纱机面前,飞梭又太慢了。1785 年,卡特赖特发明了动力织布机。织布机和纺纱机的轮番竞争使它们越来越复杂、庞大,以致于人力不足以推动这些新机器,风力又不够稳定,水车在冬季和旱季可能停转,用马驱动日夜运转的机器既昂贵又麻烦,这样,人们迫切地期待着动力机械的革命。这一应运而生的动力机械就是蒸汽机。

早在 16 世纪的欧洲,由于矿山开采中矿井排水的需要,不少发明家和技师就设想用蒸汽作动力来解决抽水问题。17 世纪末,英国一位工程师发明了利用蒸汽冷凝形成真空、靠气压抽水的气压汽机,虽能起到抽水作用,但因为先要加热产生蒸汽,又要让蒸汽在同一装置中冷却,能量消耗太大,抽水能力也极低。18 世纪初,英国技师纽可门制造出第一台用蒸汽推动活塞做机械运动的蒸汽机,抽水能力虽有所提高,但能耗问题仍未解决,只能在燃料来源充足的煤矿排水中得到应用。

蒸汽机的改进是由英国人瓦特完成的。詹姆斯·瓦特(James Watt,1736~1819)是商人的儿子,19 岁时到伦敦当学徒,后来在格拉斯哥大学修理仪器。他经常和大学教师们接触,请教并探讨科技问题,蒸汽机的改进早已成为他关注的一个热点。有一次,学校要他修理一台纽可门蒸汽机,于是,瓦特的脑子里整天充满了有关改进纽可门蒸汽机的各种问题。1765 年 5 月的一个假日,瓦特到田野中去散步,明媚的春光使他心旷神怡,浮想联翩。当他经过一间牧人的茅屋时,脑海中突然浮现出一个想法:蒸汽是有弹性的,如果使汽缸和排汽容器分离并连结起来,那么蒸汽就会冲入容器,并在那里冷却,而汽缸仍能保持高温的工作状态

……这一设想是瓦特创造性思维的产物,也是他成功改进蒸汽机的关键。

在产生上述创造性构想4年之后,瓦特获得了制造蒸汽机的第一个专利,以后又陆续获得了3个有关的专利。9年之后,第一台质量较高的蒸汽机定型并制造成功,不久就在英国、法国的矿区得到应用,进而推广到社会上的许多行业。

瓦特在他的专利申请书中并没有仅仅说自己发明了一种在矿山抽水或者推动纺织机械的发动机,而是说自己发明了一种可以在各种行业领域广泛应用的发动机。正像瓦特所说的那样,蒸汽机给人类社会带来了天翻地覆的变化。蒸汽机引发了动力革命,使生产从依靠人力、畜力、水力和风力转变为依靠火力。17世纪末期,有的英国煤矿为解决矿井排水问题用来拖动水泵的马竟然超过了500匹,而用蒸汽机只要几台便能解决问题。蒸汽机促进了材料革命,使人类从木材时代进入煤和铁的时代。据1835年的统计资料表明,英国当年的煤和铁的产量分别比18世纪初期增长了12倍和近60倍。蒸汽机的广泛应用也导致了轮船和火车等新发明的问世,带动了交通运输业的革命。蒸汽机还为社会化大生产提供了必要条件,提高了劳动生产率,奠定了无产阶级走上历史舞台的物质基础。总之,蒸汽机是工业革命的主角。人类凭借蒸汽机以及相关的创造成果,在工业革命开始后的一百年内创造了比以往几千年更多的物质财富,培育了光辉灿烂的近代文明。

3. 新智力机器的创造开辟了现代文明

就像纺织机械的发展过程一样,机械的工作部分迅速发展使高效动力机械蒸汽机被人们创造出来了。历史在继续发展,新的自然力利用方式——电力发动机又被创造出来了,各种机械和更加复杂的流水线更加迅速地转动、移动,人们的工作方式在变,生活方式在变,世界进入电气化时代。一切都太复杂、太迅速了,复杂的机械系统需要一个自己的大脑来控制,众多的人口、复杂的社会需要管理……人们眼花缭乱了,该是延伸人的大脑、放大人的智力的时候了。于是人类从结绳记数、发明数字、发明珠算……终于走入计算机时代。

17世纪法国数学家、物理学家帕斯卡曾发明了一台能进行加减法的手动机械计算机,他意识到计算机的深远意义,在《沉思录》中写到:“这种计算机所从事的工作,比动物的行为更接近人类的思维。”1937年,美国哈佛大学物理系研究生艾肯设计了使用继电器的机电式计算机,数年后在国际商用机器公司(IBM)的支持下试制成功。但因运算速度慢(每秒钟三次),容易出错,推广价值不大。20世纪40年代以后,随着电子技术的发展,电子管的品种不断增加,质量和性能不断改进,研制先进的计算工具——电子计算机的条件也就日趋成熟了。

第二次世界大战爆发后不久,美国陆军的阿伯丁弹道研究实验室出现了空前繁忙的景象。这个实验室同宾夕法尼亚大学莫尔电子工程学院共同负责向陆

军提供弹道表。为计算弹头飞行时间为 60 秒钟的一条弹道,一个熟练的计算机员要用台式计算机运算 20 个小时,而每一张弹道表往往包含着几百条弹道,要计算二三个月。阿伯丁实验室聘用了 200 余名计算机员夜以继日地加班,有时还不能满足军队的需要。于是,人们迫切地希望制造出新型的快速计算装置以适应形势的发展。

1942 年 8 月,莫尔电子工程学院的年轻物理学教授莫奇利(J. W. Mauchly 1907~1980)以备忘录《利用高速电子管计算机进行计算》的形式完成了第一台电子计算机的初步设计方案。这一方案得到军方的支持,1943 年 6 月 5 日,美国陆军部同莫尔电子工程学院签订合同,正式启动第一台电子计算机“电子数值积分和计算机”(英文缩写 ENIAC)的研制工作。

以莫奇利、埃克特(J. P. Eckert)和格尔斯坦(Goldstine)等人组成的莫尔小组是一个年轻精干的集体。他们思想活跃,锐意创新,大有不达目的誓不罢休的气概。后来著名的数学家冯·诺伊曼(John von Neumann, 1903~1957)又加入了他们的行列,使小组的力量更为增强。经过近三年的努力,花费了 48 万美元,第一台电子计算机 ENIAC 终于在 1945 年底问世。ENIAC 使用了 18000 个电子管,重达 30 多吨,采用十进制制,每秒运算 5 000 次,是原有计算机速度的 1000 倍。

ENIAC 的诞生揭开了计算机家族登上历史舞台的序幕,从此电子计算机不断更新、不断发展。20 世纪 50 年代末,第二代计算机——晶体管计算机问世。60 年代后期,第三代计算机——集成电路计算机问世。70 年代开始,第四代计算机——超大规模集成电路计算机问世。与此同时,由于微处理器的研制成功,诞生了微型电子计算机。在此后十多年时间内,微处理器和微型电子计算机历经四次更新换代而日臻完善。今天,计算机技术仍然在以惊人的速度向前发展。2002 年 2 月 17 日东方网报道,世界运算速度最快的计算机的运算速度已经提高到每秒 12 万亿次,而 2002 年 4 月 20 日《纽约时报》又有文章报道,日本某实验室又建成了世界上更快的计算机,其功率之大足以匹敌美国 20 台速度最快的计算机的总和。自第一台电子计算机问世以来,计算机的发展速度大致是:平均每 5 年运算速度提高 10 倍,体积和成本降低 10 倍。电子计算机正朝着巨型化、微型化、网络化、多媒体化和智能化的方向发展,展现出更加灿烂的前景。

电子计算机的出现使人类认识自然和改造自然的能力大大提高。由于它能模拟人脑的部分思维功能,使人的智力得以物化和放大,解决了从前只靠人的脑力根本无法解决的问题,依靠它的快速运算能力,使气象预报得以建立在大量数据的统计分析基础之上;它可以模拟科学实验,节省财力、物力和人力;证明了四色定律,这一定律的证明由于运算繁复,从前无人敢于问津……计算机的出现开

开辟了信息化时代,对于人类社会的政治、经济、法律、教育等发生重大影响。目前,计算机的应用已经涉及管理信息系统(MIS)、办公自动化(OA)、计算机辅助设计(CAD)、计算集成制造系统(CIMS)、计算机辅助教学(CAI)、人工智能(AI)、计算机化产品、计算机网络通讯等许多方面。20世纪90年代,随着信息高速公路概念的提出和国际互联网(Internet)的建成,电子计算机的应用打破了传统的时间观和空间观。至20世纪末,国际互联网已经连接了世界上170多个国家和地区的6万多个网络,已有1亿台左右电子计算机加入其中,每天的信息流量超过万亿比特。电子计算机几乎无处不在,无事不能。人们通过计算机和Internet传送邮件、发布信息、购销商品、交易股票、查找资料、阅读书刊、召开会议、收看电影、下棋聊天、结交朋友,甚至谈情说爱……美国未来学家托夫勒称电子计算机掀起了人类历史的第三次浪潮,使人类从农业社会、工业社会走进信息社会。

二、21世纪是以创造为特征的世纪

19世纪末20世纪初开始的物理学革命拉开了现代科技革命的帷幕。以相对论和量子物理学的一系列突破性进展为先导,现代自然科学在20世纪无论在广度和深度上都出现了质的飞跃发展。20世纪中叶以后,在自然科学成果的指导下,核技术、计算机技术、航天技术、微电子技术、生物技术、激光技术等新技术相继问世。各门类新技术互相推动,以越来越快的步伐向前发展。在科学技术的推动下,20世纪末21世纪初的世界经济、政治、文化快速发展,出现了一系列崭新的特点,人类开始跨入了一个崭新的时代。从不同的角度对它进行描述,人们称之为后工业社会、信息社会或知识经济社会。

21世纪是一个怎样的世纪?世界众多的科学家、未来学家、经济学家和政治领袖都在对21世纪世界发展的大趋势进行预测和展望,以便制定本国21世纪的发展战略。

1. 21世纪的技术

历史上很多的科学家、未来学家甚至科学幻想小说家曾对未来的科学技术和经济社会发展作出过比较准确的预测。法国著名的科学幻想小说家如勒·凡尔纳在他的小说中的很多天才幻想在几十年甚至上百年后都惊人地变成了现实。但最近一些年来,我们发现在很多场合,当人们向一些著名科学家请教未来的科技将会怎样、未来的世界将会怎样时,他们都出言谨慎。问其原因,他们说,当今的科学技术发展太快了,对未来三五年的科技发展我们都难以预测,何况是十几年、几十年的未来。认识21世纪,我们应从技术领域发展的几个趋势开始。

首先,在21世纪信息技术的迅猛发展将以巨大的力量改变人类的生活方式和思维方式。信息高速公路将以数字化光纤传输、智能化计算机处理和多媒体终端服务技术装备,使传输高通量化、网络普及化、服务综合化、系统智能化,使整

个世界进入以科学技术为第一生产力、信息共享和知识公有的知识(智力)经济社会。在计算机技术领域,据估计,再有 10 年左右的时间,现在普遍使用的数据处理和存储技术将达到最终极限。为获得更强大的信息处理能力,人们正在研究和开发 DNA 计算机和量子光子计算机。

其次,生命科学的发展有可能后来居上,成为 21 世纪的核心科技。在过去十几年的研究中,包括中国在内的世界各国科学家,已经完成了人类基因组工作草图的绘制,正在进一步解读人类生长、发育、衰老和遗传病变的遗传信息。专家们认为,绘制人类基因组工作草图是科学界一个具有里程碑意义的重大成就,是一项可以与人类登上月球相提并论的伟大发现。对于人类来说,全面了解人的基因,掌握作为一个生物种群所具有的全部生物学信息,在分子水平上认识自我,有助于人类治疗疑难病症,从而引发人类医疗保健事业、生物技术以及制药工业的新革命。在 21 世纪,人类将彻底查清所有疾病的遗传根源,找到各种遗传性疾病的治疗办法,使人类的寿命大大延长。通过基因重组人类还可以在相当大的程度上改变生物,甚至按照自己的意愿来塑造自己和其他生命。

第三,21 世纪是新能源、新材料技术突破性发展的世纪。由美国的 45 位著名科学家组成的新兴技术预测委员会预言,2026 年受控核聚变发电将能商用;从海水中提取氘和氚用于发电,能使一升海水产生的能量相当于 300 升汽油所产生的能量,这将彻底解决人类的能源危机问题。21 世纪各种新金属材料、新陶瓷材料、聚合物高分子材料、复合材料、光电子材料 and 高温超导材料将大量涌现。

第四,纳米技术的发展成为 21 世纪科技发展的新亮点。近年来,一个一般人不太熟悉的物理学的名词越来越频繁地在媒体上出现,引起了人们的广泛关注,那就是“纳米”。所谓纳米技术,是指用数千个分子或原子制造新型材料或微型器件的技术。美国科学技术委员会 2000 年 3 月正式向美国政府提出报告,称纳米技术将成为 21 世纪前 20 年的主导技术,成为下一次工业革命的核心。克林顿政府迅速作出反应,增加研究经费的拨款。日本政府在其“2001 年度科学技术振兴重点指针”中,把纳米技术列为重点,并成立了专门机构。西欧对纳米技术的投入也已达数亿美元,还将纳米技术列入欧盟 2002 年至 2006 年科研框架计划。仅就纳米材料来说,它应属于新材料技术,但纳米技术有着十分广泛的应用领域。以纳米(十亿分之一米)尺度为结构的材料与其他材料相比,有着种种特殊的机械、电子和化学性能,可制成具有导体、半导体或绝缘体特性的高强度纤维,在传感器、锂离子电池、场发射显示、增强复合材料等领域有广泛的应用前景,如纳米材料有极高的强度,可以吸收微波,用纳米材料制作的衣服既不沾油也不沾水等等。人们正在开发 DNA 计算机和量子计算机,而制造这两种计算机都需要有控制单个分子和原子的技术能力。以纳米材料和纳米技术可以制作原子、分子尺度

的电子开关、器件,可以使集成电路的集成度提高千万倍,可以使计算机的体积大大缩小,耗电量下降,功能增强。在国防技术领域,可以利用纳米技术制作如蜜蜂、蚂蚁大小的兵器,等等。

纳米技术有着令人鼓舞的医用前景。美国的《科学》杂志也已经报道了纳米技术已用于临床诊断的事实。1993年,美国科学家首次成功地在电镜下“搬动”原子团,用原子团“拼写”出斯坦福大学的英文名字,这意味着,纳米技术将使人类可以按自己的意志操纵单个原子,组装具有特定功能的产品。如果说计算机技术拉近了人与人之间的距离,基因技术使人类开始认识和变革自身,那么,纳米技术则为这两大技术的深入发展提供了最精细的工具。科学家们已经设想,用基因芯片、蛋白质芯片组装成“纳米机器人”,通过血管送入人体去侦察疾病,携带DNA去更换或修复有缺陷的基因片段。这虽然还比较遥远,但美国已发明了把携带纳米药物的芯片放入人体,在外部加以导向,使药物集中到患处,提高药物疗效的医疗技术。德国柏林医疗中心将铁氧体纳米粒子用葡萄糖分子包裹,在水中溶解后注入肿瘤部位,使癌细胞部位完全被磁场封闭,通电加热时温度达到47℃,慢慢杀死癌细胞,而周围的正常组织丝毫不受影响,以改变目前化疗、放疗中“好人坏人统统杀光”的状况。有的科学家用磁性纳米颗粒成功分离了动物的癌细胞和正常细胞,已在治疗人类骨髓瘤的临床实验中初获成功。还有,用纳米药物来阻断血管饿死癌细胞。使用纳米诊断仪只需检测微量血液就可以从蛋白质和DNA上诊断出各种疾病。纳米颗粒还可用于细胞的分离和染色。现在已能制备出包含几百、几千个原子的颗粒,长度只有几十个纳米,表面活性很大,可以在血管中自由移动,就像一个巡航导弹,能自动寻找沉积于静脉血管壁上的胆固醇,然后一一分解,也可以清除心脏动脉脂肪沉积物,疏通脑血管中的血栓,因此纳米技术在治疗心血管疾病上十分看好。医学界更看好的还有纳米药物。例如将不易被人体吸收的药物(如雌二醇)或食品做成纳米粉或悬浮液,就变得容易吸收,提高了药物的生物利用度。把纳米药物做成膏药贴在患处,可通过皮肤直接吸收而无须注射。应用纳米技术,基因工程学家已经学会建造新的纳米工具,对不同物种的DNA重组,例如用细菌细胞来生产医用激素、微型药丸。在1999年,巴西和美国科学家发明了“纳米秤”,能够称量出十亿分之一克的物体,相当于一个病毒的重量。

人们已经认识到,纳米技术不仅为人类提供了更为丰富的精密、精细的产品,更重要的是建立了一种新的思维方式。纳米在农业和医学上的应用,将最直接地显示出纳米对人类生活的革命性的影响。

第五,21世纪是空间科学的世纪。随着人类经济实力的增强和科技水平的提高,在21世纪大力发展空间科技成为可能和必然。人类将探索更加遥远的星