

科技前沿 与创新

赖 奇◎主编

 北京理工大学出版社
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

科技前沿与创新

主 编 赖 奇

副主编 罗学萍 秦振涛 刁 毅

石维富 范兴平 吴恩辉

武昭好 肖 歧 谢臣哲

常州大学图书馆
藏书章



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目 (CIP) 数据

科技前沿与创新/赖奇主编. —北京:北京理工大学出版社, 2018. 1
ISBN 978 - 7 - 5682 - 5275 - 1

I. ①科… II. ①赖… III. ①技术革新 IV. ①F062. 4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 021417 号

出版发行 / 北京理工大学出版社有限责任公司

社 址 / 北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编 / 100081

电 话 / (010) 68914775 (总编室)
(010) 82562903 (教材售后服务热线)
(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址 / <http://www.bitpress.com.cn>

经 销 / 全国各地新华书店

印 刷 / 三河市华骏印务包装有限公司

开 本 / 787 毫米 × 1092 毫米 1/16

印 张 / 12.25

字 数 / 295 千字

版 次 / 2018 年 1 月第 1 版 2018 年 1 月第 1 次印刷

定 价 / 35.00 元

责任编辑 / 刘永兵

文案编辑 / 郭贵娟

责任校对 / 周瑞红

责任印制 / 李志强

创新是科技发展的必然

创新是一个国家进步的不竭动力，是一个民族屹立于世界民族之林强有力的保证。目前，中国经济已稳居世界第二，自主创新的发展取得了有目共睹的成就，为经济的发展注入了新的活力。中国科技的进步不仅体现在国家战略科研的大发展方面，而且体现在民用科技的繁荣方面。太空科技、高铁项目以及刚刚取得突破的大飞机项目都逐渐成为我国的核心科技，这些都将成为未来相当长的一段时间内我国经济发展的新发力点。华为、联想及中兴等企业也取得了长足的发展，生产出了让外界眼前一亮的产品，更研发出了让国外科技巨头羡慕的专利技术。以阿里巴巴、腾讯、百度为代表的互联网企业走在全球互联网的前端，这些互联网企业想要进一步发展就必须摆脱对国外的依赖，转而依靠自身的内生技术创新。当前，中国经济已经进入发展的新常态，原有的发展驱动力已无法推动如此大体量经济的高速前进，因此必须寻找新的突破点，而自主创新就是重要途径。

由于中国的高科技产业起步相对较晚，因此真正实现完全自主创新的领域有限，原创性还有待提高，部分核心技术受到国外限制，缴纳大笔专利费的现象到目前为止还未得到彻底改变。面对这种局面，如何行动以打破相关技术的垄断是当前的核心问题。在错过前几次科技革命之后，我们在第五次科技革命中有一些收获，但仍不足以支持中国复兴的梦想。从前几次科技革命的经验来看，从革命发生到投入实际应用的周期日益缩短，如激光技术发明以后，当年就投入了应用，电子计算机研制出来后立即投入使用。科技革命产生的效益日益显著，如杂交技术和基因技术投入农业生产以后，不仅极大地增加了粮食产量，而且使粮食品质有了极大提高。正是由于现代科技的这一特征，反过来又成为推动科技革命发生和发展的强大动力。

第六次科技革命的结构虽未成型，但已日益清晰，那就是以信息科技革命为基础，以生物科技革命为主导，以能源科技革命、材料科技革命为主干。其中，信息科技革命的基础作用表现在：任何领域的科技革命都离不开信息的软硬件载体，信息是现代科技革命的核心。信息的软硬件载体每更新换代一次，其对现代科技革命的推动和支撑也就增强一次。由于生物运动是一种高级的运动形式，并带有高度综合的性质，因此生物科技革命每前进一步都会吸引其他领域的科技革命向其靠拢，并为之服务。此外，生物科技革命的影响面涉及农业、工业、医疗卫生和环境保护等诸多领域，并直接与人类生存相关，所以特别受人关注。至于

能源科技革命、材料科技革命在当代科技革命中的主干地位及其社会影响则已被实践证明：离开能源科技革命，现代科技革命就缺少动力；离开材料科技革命，现代科技革命就失去载体和支撑。

目前科技革命总体上仍处在分散的“搜集材料”阶段，但其整体化趋势已经日益明显。首先，这种整体化趋势体现在科学与技术应用的日益紧密相连上。科学与技术的鸿沟正在被填平，恩格斯所说的那种“理论发现的，实际应用还根本无法预见”的情形已基本不存在了；其次，这种整体化趋势还表现在不同学科领域的科技革命日益紧密地关联上，例如，信息科技革命就成为其他各领域科技革命联系的基础。最后，这种整体化趋势还表现在科技革命与社会环境的不可分割的联系上。今天的科技革命日益成为整个社会发展的一个有机组成部分，或者说成为整个社会发展的一个子系统，它再也不能脱离整个社会发展的需要和制约而孤军奋进了。例如，社会生态环境对新能源的需要推动了太阳能与核能技术的诞生；自动化生产的需要推动了信息控制技术的生成；农业增产的需要推动了杂交技术和基因技术的发展；航天工程和军事工程的需要推动了材料技术和能源技术的突破；甚至以政治为主导的各种社会意识形态的发展需要也对科技革命起着激励作用，等等。在历史发展中，社会环境对科学技术的需求从未像今天这样强烈，科学技术的社会功能也从未像今天这样发挥得如此突出。这就决定了今天的科技工作者必须紧密联系社会环境的实际需要来开展科学技术研究工作。

坚持创新发展，是近代世界发展历程，尤其是中国自身改革成功的总结。科技自主创新是大势所趋，是时代发展的必然。当今世界，经济社会发展越来越依赖理论、制度、科技和文化等各领域的创新，竞争优势越来越取决于创新能力。为此，我们在毫不动摇地坚持改革开放、引进国外先进科技专长的同时，要不断地推动自我创新，攻坚克难，形成自身的科技优势，最终引领世界科技潮流。让我国的出口从产品转向科技，让我国从科技大国转为科技强国。因此，我们一定要抓住第六次科技革命的机遇，厚积薄发，不断创新，以引领发展，为实现我国的伟大复兴助力。机不可失，时不再来，在新一轮科技革命与创新的大发展面前，中国自上而下蓄势待发！我们期待能够有更多像支付宝、超级计算机、高铁、大飞机、青蒿素这样的高科技项目冲出国门，走向世界！

本书第1章由攀枝花学院的赖奇、罗学萍和攀钢集团西昌钢钒有限公司的肖歧编写；第2章由攀枝花学院的秦振涛、赖奇和天宏基金管理有限公司的谢臣哲编写；第3章由攀枝花学院的刁毅、赖奇编写；第4章由攀枝花学院的赖奇、石维富、范兴平编写；第5章由攀枝花学院的赖奇、吴恩辉编写；第6章由攀枝花学院的武昭好、赖奇编写；第7章由攀枝花学院的罗学萍、赖奇编写。

本书在编写过程中，参阅了国内外公开发表的大量文献资料，在此向各位已注明和未注明的作者表示衷心的感谢！由于笔者水平有限、经验不足，书中难免存在不妥之处，恳请各位专家和读者不吝赐教，特此感谢！

编者

目 录

第1章 科学技术是第一生产力	(1)
1.1 科学技术革命	(1)
1.1.1 两次科学革命	(2)
1.1.2 三次技术革命	(3)
1.2 人类面临的挑战	(4)
1.3 第六次科技革命——转型契机	(6)
1.4 科技创新	(8)
1.4.1 科学技术是第一生产力	(8)
1.4.2 创新是引领发展的第一动力	(8)
1.4.3 创新能力是创新的关键驱动力	(10)
思考题	(11)
参考文献	(11)
第2章 信息——人类沟通的桥梁	(12)
2.1 信息革命	(12)
2.1.1 信息	(12)
2.1.2 信息革命之硬件革命	(16)
2.1.3 信息革命之网络革命	(20)
2.1.4 信息革命之软件革命	(23)
2.2 “互联网+”——从现实世界到虚拟世界	(25)
2.2.1 “互联网+”	(25)
2.2.2 虚拟现实技术	(27)
2.3 大数据与云计算——第三次浪潮的华彩乐章	(28)
2.3.1 大数据的出现	(28)
2.3.2 大数据的特点	(30)
2.3.3 大数据的处理	(30)

2.3.4 云计算	(32)
2.4 人工智能	(35)
思考题	(39)
参考文献	(39)
第3章 生命与健康——人类存在的基石	(41)
3.1 生物技术的发展现状	(41)
3.1.1 生物技术	(42)
3.1.2 生物技术的发展历史	(43)
3.1.3 生物技术与人类健康	(46)
3.2 基因工程——生命的密码	(49)
3.2.1 基因工程的定义	(50)
3.2.2 基因工程技术的发展	(50)
3.2.3 基因工程的研究内容	(53)
3.2.4 基因工程技术在人类健康中的应用	(55)
3.3 细胞工程	(58)
3.3.1 细胞工程的概念	(58)
3.3.2 细胞工程的发展	(58)
3.3.3 细胞工程技术	(60)
3.3.4 细胞工程在医学上的应用	(60)
3.4 酶工程	(69)
3.4.1 酶与酶工程的概念	(69)
3.4.2 酶工程技术的发展	(69)
3.4.3 酶的催化作用特点	(70)
3.4.4 酶的生产	(71)
3.4.5 酶工程在医学上的应用	(72)
3.5 发酵工程	(73)
3.5.1 发酵工程的发展历史	(73)
3.5.2 发酵工程的基本流程	(74)
3.5.3 发酵工程的培养技术	(74)
3.5.4 氨基酸的发酵生产	(76)
3.6 生物技术与其他技术的融合	(77)
3.6.1 生物信息技术	(77)
3.6.2 医疗保健服务	(78)
思考题	(79)
参考文献	(79)
第4章 材料——人类前进的标志和里程碑	(81)
4.1 未来的世界是新材料的世界	(81)

4.1.1 材料的分类	(81)
4.1.2 材料的组成、结构与性质	(82)
4.1.3 未来的材料	(91)
4.2 纳米材料——未来之星	(94)
4.2.1 纳米的有关概念	(94)
4.2.2 纳米技术	(94)
4.2.3 纳米材料的特性、分类与制造方法	(97)
4.2.4 纳米材料的未来	(101)
4.3 3D 打印技术——低成本快速成型的希望	(104)
4.3.1 3D 打印技术的概念	(104)
4.3.2 3D 打印技术的发展历程	(104)
4.3.3 多彩的 3D 打印技术	(105)
4.3.4 3D 打印技术的应用	(107)
4.3.5 3D 打印技术的重要意义	(108)
4.3.6 3D 打印技术存在的问题	(109)
4.3.7 3D 打印技术未来的发展方向	(110)
思考题	(111)
参考文献	(111)
第 5 章 能源——人类进步的驱动力	(114)
5.1 能源的定义及分类	(114)
5.1.1 能源的定义	(114)
5.1.2 能源的分类	(117)
5.2 能源利用现状	(118)
5.2.1 能源利用历程	(118)
5.2.2 能源利用现状	(120)
5.2.3 能源利用面临的挑战	(122)
5.3 能源结构预测	(125)
5.3.1 能源需求总量	(125)
5.3.2 能源需求结构	(125)
5.3.3 能源需求分布	(126)
5.4 绿色能源技术	(127)
5.4.1 太阳能技术	(127)
5.4.2 生物质能技术	(129)
5.4.3 风力发电技术	(132)
5.4.4 核能技术	(133)
5.4.5 氢能	(133)
5.5 储能技术	(134)
5.5.1 储能技术分类	(135)

5.5.2 能源技术的发展	(136)
5.6 低碳能源与技术	(137)
思考题	(139)
参考文献	(139)
第6章 高端装备制造——人类发展的阶梯	(142)
6.1 现今世界的高端装备	(142)
6.2 神奇的机器人	(144)
6.2.1 工业机器人	(145)
6.2.2 军用机器人	(147)
6.2.3 民用机器人	(150)
6.3 激光革命与多功能的电子束	(151)
6.3.1 激光	(151)
6.3.2 电子束	(153)
6.4 交通运输——航空航天、高铁与航海	(158)
6.4.1 航空航天	(158)
6.4.2 高速铁路	(163)
6.4.3 海洋工程装备	(164)
思考题	(168)
参考文献	(168)
第7章 科技改变未来	(170)
7.1 创新——科技力量的本源	(170)
7.2 中国科技——在创新中崛起	(172)
7.3 科技与教育	(174)
7.3.1 教育存在的问题	(174)
7.3.2 教育与创造力培养	(175)
7.4 科技创新——布局第六次科技革命	(179)
7.4.1 科技开放——耗散结构理论	(180)
7.4.2 科技能力升级——突变理论	(181)
7.4.3 科技协同——协同学	(182)
思考题	(183)
参考文献	(184)
后记	(185)

科学技术是第一生产力

自 16 世纪以来，世界科技大致发生了五次革命（两次科学革命和三次技术革命），包括近代物理学诞生、蒸汽机和机械革命、电力和运输革命、相对论和量子论革命、电子和信息革命；世界经济大致发生了三次产业革命，包括机械化、电气化、自动化和信息化革命。中国曾错失前四次科技革命的机遇，在第五次科技革命中有一定收获并崭露头角。目前，第六次科技革命的核心专利争夺已经展开，第四次产业革命的来临已进入倒计时，它们将决定一个民族的世界地位，将影响一个国家的兴衰成败。

1.1 科学技术革命

自 18 世纪中叶以来，人类历史上先后发生了两次科学革命（见表 1.1）、三次技术革命（见表 1.2）。这五次科技革命均发源于西方国家及衍生国家，并由它们主导。

表 1.1 两次科学革命

科学革命	开始时间	主要标志	表现形式
第一次	16 世纪	近代科学诞生	哥白尼太阳中心说、伽利略运动学、牛顿力学
第二次	19 世纪中后期	进化论、相对论、量子论、DNA 双螺旋结构	进化论、相对论、量子力学、DNA 与基因

表 1.2 三次技术革命

技术革命	开始时间	主要标志	表现形式
第一次	18 世纪 60 年代	蒸汽机与机械革命	蒸汽机、纺织机
第二次	19 世纪 70 年代	内燃机与电力	内燃机、电动机、电信技术
第三次	20 世纪中后期	电子计算机、信息网络	电子技术、计算机、半导体、自动化、信息网络

1.1.1 两次科学革命

1.1.1.1 第一次科学革命

哥白尼太阳中心说——近代自然科学的“独立宣言”。同时，生理学也掀起了一场革命。太阳中心说使天文学从宗教神学的束缚下解放出来，自然科学从此获得新生，这在近代科学的发展史上具有划时代的意义。

牛顿经典力学——标志着近代自然科学的兴起。牛顿在开普勒行星运动的三定律和伽利略运动学的基础上，建立了力学三定律和万有引力定律，完成了自然科学理论上的第一次大综合，创立了经典力学，成功地解释了当时认识的几乎所有的机械运动，开创了经典物理学分析方法。

1.1.1.2 第二次科学革命

18 世纪下半叶至 19 世纪 30 年代初，科学界掀起了从自然界的状态研究转向过程研究的自然科学革命。19 世纪 30 年代至 19 世纪中叶，能量守恒与转换定律、细胞学说和进化论成为揭示自然界运动形式普遍联系的自然科学三大发现。这三项重大成就形成了整个物理学、生物学、心理学等实验科学体系。到 19 世纪下半叶，揭示无机界和有机界联系的有机化学被创立，物理学第二次理论大综合——电磁理论也被创立。而第二次科学革命对今天影响更深远的成果是两个科学理论：相对论和量子力学。

小知识

狭义相对论——区别于牛顿时空观的新的平直时空理论。“狭义”表示它只适用于惯性参考系。其有两个基本假设：狭义相对性原理和光速不变原理。理论的核心方程式是洛伦兹变换（群）。狭义相对论预言了牛顿经典物理学所没有的一些新效应（相对论效应），如时间膨胀、长度收缩、横向多普勒效应、质速关系、质能关系等。一切微观物理理论（如基本粒子理论）和宏观引力理论（如广义相对论）都满足狭义相对论的要求。狭义相对论有著名的推论，即质能相当关系式： $E = mc^2$ ，其中 E 是能量， m 是质量， c 是光的速度（300 000 km/s）。如把 1g 物质代入 m ，算出的 E 相当于 36 000t 优质煤在常规状态下完全燃烧所释放的热能。

广义相对论——有两个基本原理。一是等效原理，即惯性力场与引力场的动力学效应是局部不可分辨的；二是广义相对性原理，即所有的物理定律在任何参考系中都取相同的形

式。广义相对论揭示了物质、运动和时间、空间之间的内在联系。广义相对论直接推导出某些大质量恒星会终结为黑洞；广义相对论预言了引力波的存在（爱因斯坦，《论引力波》），且现已直接观测所证实；广义相对论还是现代宇宙学的膨胀宇宙模型的理论基础。

量子力学——是几代科学家共同研究的成果，并在不断发展中。1900年德国物理学家普朗克提出量子论，即能量的发射和吸收不是连续的，而是一份一份的。后来爱因斯坦提出波粒二象性，即光是一种光波，也是粒子。1923年，法国物理学家德布罗意提出物质波的概念，所有的物质都具有波粒二象性。1928年，26岁的英国物理学家狄拉克写了《量子力学原理》。相对于量子力学而言，牛顿力学是量子力学在宏观低速运动状态下的特殊情况，而量子力学要考虑宇观世界、微观世界和介观世界高速运动的情况。

1.1.2 三次技术革命

1.1.2.1 第一次技术革命

18世纪中后期，一场对人类历史发展有着重大影响的革命首先在英国爆发。这场革命虽然没有刀光剑影，但却对人类社会生活的各个方面都产生了深刻的影响，大大改变了世界的面貌。其标志是瓦特改良蒸汽机，改良蒸汽机的投入使用使人类进入了“蒸汽时代”。

第一次技术革命所开创的“蒸汽时代”（1760—1840年），标志着农耕文明向工业文明的过渡，是人类发展史上的一个伟大奇迹。第一次技术革命开始于英国，是以资本主义机器大工业代替工场手工业的过程，其既是生产技术的革命，又是社会关系的革命。它促进了资本主义世界市场的初步形成。18世纪末19世纪初，第一次技术革命扩展到欧洲大陆、北美和日本。

1.1.2.2 第二次技术革命

第二次技术革命又叫电力革命，是从19世纪70年代开始的，在人类历史上开始了电气化的现代文明生活，人类社会由“蒸汽时代”进入了“电气时代”（1840—1950年）。

这次革命使电力、钢铁、铁路、化工、汽车等重工业兴起，石油成为新能源，并促使交通迅速发展，世界各国的交流更为频繁，并逐渐形成一个全球化的国际政治、经济体系。

1.1.2.3 第三次技术革命

第三次技术革命又叫信息革命，出现在20世纪40年代以后，是以原子能工业、电子计算机、空间技术、激光和基因工程等新兴的技术群为标志。它以电子计算机技术、通信技术和信息资源处理技术组成的信息技术为核心。

两次世界大战之后开始的第三次技术革命，以原子技术、航天技术、电子计算机的应用为代表，包括人工合成材料、分子生物学和遗传工程等高新技术。第三次技术革命使得全球信息和资源交流变得更为迅速，科学技术各个领域相互渗透，科学技术密切结合、相互促进，转换为直接生产力的速度加快。世界上大多数国家和地区都加入全球化进程之中，全球的政治、经济格局进一步确立，人类文明也达到了空前发达的程度。第三次技术革命如日中天，仍在全球蔓延和传播。

第三次技术革命最重要的高新技术有三项：第一项是信息技术。人类社会从几千年前的农业时代到几百年前的工业时代，又发展到当今的知识经济时代，而知识经济时代的核心技

术就是信息技术,因此我们把 21 世纪称为信息时代。对于 20 世纪,我们过去有过多种说法,40 年代有了原子弹,就说人类进入了原子能时代;50 年代又说人类进入了空间时代,因为有了人造地球卫星和后来的宇宙飞船。再早一些,也说过 19 世纪是“电气时代”,18 世纪是“蒸汽时代”。不要小看“蒸汽时代”“电气时代”这些提法,革命导师列宁在描述时代特征的时候就用了这些提法,他说,“蒸汽时代”是代表资本主义的,“电气时代”是代表社会主义的,而共产主义就等于苏维埃政权加全国电气化。作为高新技术的“信息时代”是从什么时候开始的呢?1945 年有了第一台电子计算机,以它为标志,以微电子技术为核心,人类进入了“信息时代”。

第二项是生物技术。生命科学作为前沿科学是从 1953 年发现 DNA 双螺旋结构开始的。生物技术作为高新技术是从 1970 年基因重组技术开始的。1968 年和 1970 年两位美国科学家阿尔伯和内森斯发现细胞中有两种“工具酶”,一种酶可以像剪刀一样把基因剪切下来,另外一种酶则像糨糊一样可以把基因粘帖连接上去,这样就可以重组基因。这就是生物技术的开端。现在,生物技术发展成了生物工程。生物工程有基因工程、蛋白质工程、细胞工程、酶工程、发酵工程,其中最重要的是基因工程。2000 年 6 月 26 日科学家宣布人类基因组草图的绘制工作已经完成,中国科学家参与了人类基因组 1% 的测序工作,跻身于美、英、德、法、日等发达国家基因组测序梯队之列。过去认为,人类的疾病只有极少数是与先天因素有关的,而绝大多数疾病是后天造成的。现在,基因技术揭示出来新的认识,人类几乎所有的疾病,或多或少,或直接或间接,都与基因有关,都可以通过基因技术治疗。寿命也与基因有关。高新技术的发展促使人类对自身和科学的认识深化和改变。

第三项是纳米^①技术。20 世纪 80 年代以来,随着电子隧道显微镜的出现,人们对物质的研究和应用延伸到分子和原子的微观领域。物质在纳米尺度有许多特殊的物理、化学性质,所以纳米材料是一种新材料。

前三次技术革命分别对应了人类社会的三次工业革命,即蒸汽工业革命、电气工业革命和信息工业革命。因此,这三次技术革命又称为三次工业革命。

1.2 人类面临的挑战

前三次工业革命使人类发展进入了空前繁荣的时代,与此同时,也造成了巨大的能源、资源消耗,付出了巨大的环境代价、生态成本,扩大了人与自然之间的矛盾。进入 21 世纪,人类面临空前的全球人口与资源危机、全球生态与环境危机、全球能源与气候变化危机的多重挑战,这也是 21 世纪人类面临的主要问题。《奥秘》(*How It Works*) 杂志总结了可能导致世界毁灭的七大灾难性场景,其中包括:小行星撞击地球、核冬天、温室效应失控、伽马射线暴、全球性流行病的快速蔓延以及太阳衰亡等。

此外,生物污染可以直接危及人的生命和健康。某些超强病毒、超强病菌所引起的病症很难治疗。如大家熟知的艾滋病,目前还无特效治疗药物,免疫疫苗也没有获得成功。对人类威胁最大的污染物可能是由于化学、物理因素对某些微生物作用而诱导基因突变产生新的

① $1\text{ nm} = 1 \times 10^{-9}\text{ m}$ 。

超强病毒、病菌。生物污染有些至今未被人类认识或未被重视,而且还会不断产生新的、不可预见的问题。

小知识

SARS 病毒——是引起严重急性呼吸综合征 (SARS) 的病毒, SARS 于 2002 年在中国广东顺德首先爆发并扩散至东南亚乃至全球, 直至 2003 年中期, 疫情才被逐渐控制。SARS 是由一种变异了的冠状病毒所引起的。据有关报道, 变种冠状病毒与流感病毒有亲缘关系, 其病原宿主可能是某种动物。SARS 病毒通过呼吸道分泌物排出体外, 经口液、喷嚏、接触传染, 并通过空气飞沫传播, 感染高峰在秋冬和早春。

埃博拉病毒——西非埃博拉病毒疫情是自 2014 年 2 月爆发于西非的大规模病毒疫情, 感染人数已经超过 1 万, 死亡人数上升趋势正在减缓。2014 年西非埃博拉病毒疫情的感染及死亡人数都达到历史最高。埃博拉病毒首先出现于 1976 年非洲苏丹南部和刚果 (金) 的埃博拉河地区。作为十分罕见的烈性传染病病毒, 埃博拉病毒能引起人类和灵长类动物产生出血热, 有很高的死亡率, 因而被世界卫生组织列为对人类危害最严重的病毒之一。埃博拉病毒通常通过血液和其他体液传播, 迄今尚未有确认的通过空气传播的情形, 感染潜伏期从 2 天到 21 天不等。患者的最初症状是突然发烧、头痛, 随后是呕吐、腹泻和肾功能障碍, 最后是体内外大出血, 死亡。由于埃博拉病毒致死率极高, 因此被美国疾病控制与预防中心归为最高等级之生物恐怖袭击的武器, 被认为是最可怕的威胁公共安全、健康的潜在生物武器。

寨卡病毒——2015 年 5 月巴西确诊第一例寨卡病毒感染病例后, 疫情迅速蔓延, 短短 8 个月内就有 150 万人被感染。寨卡病毒主要通过蚊子 (伊蚊) 叮咬、血液和性传播。感染后症状与登革热相似, 包括发烧、皮疹、关节疼痛、肌肉疼痛、头痛和结膜炎 (红眼)。寨卡病毒感染患者中, 只有约 20% 会表现轻微症状, 如发烧、皮疹、关节疼痛和结膜炎等, 症状通常不到一周即可消失。但病毒感染可导致少数人出现神经和自身免疫系统症状, 孕妇感染后可能导致新生儿小头畸形, 严重者可导致小儿夭折。目前, 该病主要是对症治疗, 尚无针对性的药物和疫苗, 但可通过防止蚊虫叮咬有效预防。

当今人类所面临的挑战众多, 特别是贫困问题, 仍是人类面临的严峻挑战之一, 全球建立稳定、公正、合理的国际秩序依然任重道远。

人口、资源、环境问题是人类所经历的三大严峻问题, 也是 21 世纪人类面临的三大主要问题。我国人口众多, 资源相对不足, 环境污染与生态环境的破坏也相对严重, 因此, 人口、资源、环境问题更是我国在 21 世纪所面临的重大问题。人口、资源、环境三者之间以及它们与社会、经济的发展之间相互联系、相互影响、相互制约。正确认识 and 处理好人口、资源、环境三者之间以及它们与社会、经济发展之间的辩证关系, 走可持续发展的道路, 是世界各国所共同选择的唯一正确道路。当然, 也是我国全面建设小康社会的必由之路。解决人类所面临的严峻的人口、资源和环境问题, 则需要科技的持续进步, 由此引发了第六次科技革命——绿色工业革命。一系列生产函数的发生都是从以自然要素投入为特征, 到以绿色

要素投入为特征的跃迁,并普及整个社会。

1.3 第六次科技革命——转型契机

第一次科技革命从16世纪到17世纪,约100年;第二次科技革命从18世纪60年代到19世纪60年代,约100年;第三次科技革命从19世纪70年代到20世纪初,约50年;第四次科技革命从19世纪中后期到20世纪中叶,约80年;第五次科技革命从20世纪中后期到21世纪初,约70年,现在处于尾声,如大数据、云计算、物联网、智能化制造(3D打印)和绿色能源等。虽然第六次科技革命还未开始,但预期时间是2020—2050年。

历史经验表明,全球性经济危机往往催生重大科技创新与突破。当今,一些重要科技领域已显现出革命性突破的先兆,新技术革命和产业革命初现端倪,世界正处于新一轮科技革命的“拂晓”。从科技整体发展趋势来看,科技革命有如下特点:第一,科学技术成果呈指数级增长;第二,科技知识的更新速度加快;第三,现代科技成果转换为商品的周期越来越短;第四,科技研究力量成倍增长。

从历史上看,每一次成功转型都是在压力之下实现的,每一次起飞的动力都是从压力转换而来。所以,紧扣第六次科技革命的契机是突破中等收入国家陷阱、实现国家腾飞的关键。

小知识

德国工业4.0——工业4.0(Industry 4.0)是德国于2013年4月在汉诺威工业博览会上正式推出的一个高科技战略计划。它是指利用信息物理系统(Cyber Physical System, CPS)将生产中的供应、制造和销售信息数据化和智慧化,最后达到高效个性化定制的产品供应。其目的是提高德国工业的竞争力,尤其是提高制造业的效率和智能化水平,以期在新一轮工业革命中抢占先机。

美国再工业化——20世纪下半叶,信息时代的到来、劳动力成本高等因素,导致了全球经济的再分工。金融业的与日俱增和制造业的蜂拥外迁,成了当时“去工业化”中的美国突出的两大现象。也正是因为金融衍生品的狂潮和第二产业的日渐衰退,致使美国陷入了自大萧条后的最大经济危机,失业率甚至一度接近10%,房地产行业大面积倒闭崩溃;即使是让美国人数百年以来引以为傲的汽车制造行业,也面临着破产的现实威胁。之后奥巴马政府竭力寻找引领美国经济走出困境的突破口,并最终把目光聚焦到“再工业化”上,其力图通过“再工业化”重振本土工业,寻找能够支撑未来经济增长的高端产业;通过产业升级化解高成本压力,实现经济的复苏。为了保障“再工业化”战略的顺利实施,美国已经推出了一系列相关的政策和措施,如大力发展新兴产业、支持中小企业发展及鼓励科技创新等。其力图通过这些手段加快科技的进步和传统产业的更新换代,以推动美国经济的复苏。从远期来看,美国真正的目标是要在世界经济领域掀起一场“战略大反攻”,以此作为抢占世界高端制造业的战略跳板。

中国制造2025——2015年3月5日,李克强总理提出“中国制造2025”的计划并于

2015年3月25日由国务院常务会议审议通过了《中国制造2025》。《中国制造2025》是中国政府实施制造强国战略第一个十年的行动纲领。该计划提出,坚持“创新驱动、质量为先、绿色发展、结构优化、人才为本”的五项基本方针政策,坚持“市场主导、政府引导,立足当前、着眼长远,整体推进、重点突破,自主发展、开放合作”的八项基本原则,通过“三步走”战略实现我国迈入制造强国行列的战略目标:第一步,到2025年中国制造业整体迈入制造强国行列;第二步,到2035年中国制造业整体实力达到世界制造强国阵营的中等水平;第三步,到中华人民共和国成立100周年时,我国制造业的综合实力在世界制造强国中名列前茅。《中国制造2025》提出,要实行五大工程,包括制造业创新中心建设工程、强化基础工程、智能制造工程、绿色制造工程和高端装备创新工程;重点支持10个领域,包括新一代信息技术产业、高级数控机床和人工智能机器人、航空航天工业装备、海洋工程装备及高技术船舶、先进轨道交通器件、节能环保与新能源汽车、电力装备、农机装备、新材料、生物医药和高性能医疗器械。

全球经济增长乏力,贸易持续低迷、大宗商品价格下滑、金融市场动荡等一系列问题,使全球经济复苏前景愈显暗淡。为此,2016年世界经济论坛新领军者年会(夏季达沃斯论坛)围绕第六次科技革命,探讨了经济转型升级方法,欲借助转型力量,应对经济疲软带来的复杂挑战,为中国和世界经济的发展献计献策,为实现更优质的经济增长提供方案。在此次年会上,对创新进行反思,探讨了基础研究、技术和商业模式领域的突破创新如何能更有效地发力,从而助力社会经济体系有效地发展。作为第六次科技革命的核心,信息化已成为当前全球经济转型升级的重要驱动力,并占领了新一轮产业竞争的制高点。以德国“工业4.0”战略为代表,各国政府均试图把握这一机遇,引导传统工业与信息化融合。创新是人类社会进步的动力之一,是经济社会转型不可或缺的元素。多数经济学家认为,当代技术创新正处于发展拐点,在不远的将来有望推动生产效率大幅上升。世界的未来取决于人类能否理解并积极塑造第六次科技革命,并使之服务全人类。这要求我们既要把握新技术突破带来的机遇和风险,又要重新思考自身的价值观。

当今世界正处于新一轮科技革命的“拂晓”,挑战与机遇并存,中国科技工作者应将目光投向黎明,勇做第六次科技革命的“领头羊”。中国错失了前四次科技革命的机遇。在第五次科技革命中,中国作为“跟踪者”崭露头角。即将到来的第六次新科技革命涉及科学和技术的深刻变革,为中国科技发展提供了难得的机遇。中国必须抢抓机遇、前瞻布局,力争在新一轮科技革命中赢得主动。

从历史上看,前几次工业革命都是以单一技术来带动,例如,蒸汽机、电气技术。在这种惯性思维下,人们也会想着要用某种新技术来表征第六次科技革命。第六次科技革命,是继蒸汽技术革命、电力技术革命和信息技术革命之后的又一次科技革命,是物联网、云计算、3D打印机、无人控制技术、量子技术、能源、互联网等新技术、新概念不断涌现的科技革命。普遍认为,这一轮科技革命可能突破的领域有能源与资源工程、信息网络技术、先进材料和制造行业、农业、人口健康和基本科学问题,且新一代科技革命与产业变革必将引发产业技术和组织形式的深刻变革,为后发国家和地区赶超跨越提供十分难得的战略机遇。

当前我们很难准确预测究竟是哪类技术会成为关键主导力量。而这正深刻地反映出第六

次科技革命不是由单一技术主导，而是新技术群体涌现，并且需要协同融合的特点。各种技术相互影响、共同发展形成新技术群，新技术群带动生产材料、制造工艺以及生产辅助技术等一系列重大关联技术发生群体突破，最终推动生产力发生改变。其中，信息技术对其他产业和新技术的促进作用非常明显，有很强的催化作用。

新能源是第六次科技革命的关键和核心。新能源本身就是经济发展的一个产业方向，促进新能源经济的发展，可以推动能源产业乃至经济产业的转变，从而对国民经济产生重大影响，故其也是未来全球的竞争核心。能源工业未来的方向是由能源资源型转向能源科技型。在全球经济普遍低迷的时期，我们应大力发展新能源科技。因为谁获得成功，未来的能源格局就可能被谁主导。

综上所述，第六次科技革命是以互联网产业化、工业智能化、工业一体化等新技术群为代表，以人工智能、清洁能源、无人控制技术和量子信息技术群为主的全新技术群革命。这是一场全新的绿色工业革命，它的实质就是大幅度地提高资源生产率；它的特点是经济增长与不可再生资源要素全面脱钩，与 CO₂ 等温室气体排放脱钩，在重视经济发展的同时，更重视整体地球环境的可持续性发展。第六次科技革命并不只是强调局部科技的进步性，而是由一系列代表生产力发展方向的技术进步所引发的生产方式的深刻变革，是对传统生产制造方式的彻底改造，不管是对发达国家还是发展中国家都是一次重大的发展契机。

1.4 科技创新

当今世界，科学技术发展呈现出多点、群发突破的局势。新一代科技革命和产业变革正在萌发兴起，形成历史性交汇，并呈现出四大新特征：需求引领日益明显，创新驱动迫切紧张；学科交叉共同发展，群发突破局势初露；全球竞争日益激烈，创新格局急剧变化；组织形式持续改革，体制机制不断创新。特别是网络信息技术提供了功能强大的研发工具和前所未有的创新平台，使得创新无处不在、无时不在、无所不在。总结前几次科技革命的本质，有如下几条意见：第一，科学技术是第一生产力；第二，创新是引领发展的第一动力；第三，创新能力是创新的关键驱动。

1.4.1 科学技术是第一生产力

1988年9月，邓小平同志根据当代科学技术发展的特点和现状，提出了“科学技术是第一生产力”的判断。他指出，科学技术是第一生产力既是当代科学技术发展的重要特点，也是科学技术发展的必然结果。社会生产力是人们改造自然的能力，自然科学作为人类认识自然、改造自然的基础科学，必然包括在社会生产力之中。科学技术一旦进入并用于生产过程中，便成为真正的、直接的生产力。现代科学技术发展的趋势和现状告诉我们，科学技术，特别是高新科学技术，正以越来越快的速度向生产力诸要素全面渗透，并同它们融合。

1.4.2 创新是引领发展的第一动力

创新是一个民族进步的灵魂，是一个国家兴旺发达的不竭动力，也是中华民族最深沉的民族禀赋。在激烈的国际竞争中，唯创新者进，唯创新者强，唯创新者胜。必须把创新作为