

网络技术篇

强力推进 网络强国战略 丛书

# 网络 强国 制高点

## 技术创新支撑

主 编 王恒桓

副主编 周天阳 师全民

知识产权出版社

国家百佳图书出版单位

网络技术篇

强力推进 网络强国战略 丛书 |

# 网络 强国 制高点

## 技术创新支撑

主 编 王恒桓

副主编 周天阳 师全民



知识产权出版社

全国百佳图书出版单位

图书在版编目 (CIP) 数据

网络强国制高点：技术创新支撑/王恒桓主编. —北京：知识产权出版社，2017.10

(强力推进网络强国战略丛书)

ISBN 978-7-5130-5182-8

I. ①网… II. ①王… III. ①互联网络—管理—研究—中国 IV. ①TP393.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 241795 号

责任编辑：段红梅 张雪梅

责任校对：王 岩

封面设计：智兴设计室·索晓青

责任出版：刘译文

强力推进网络强国战略丛书

网络技术篇

## 网络强国制高点——技术创新支撑

主 编 王恒桓

副主编 周天阳 师全民

出版发行：知识产权出版社有限责任公司

网 址：<http://www.ipph.cn>

社 址：北京市海淀区气象路 50 号院

邮 编：100081

责编电话：010-82000860 转 8171

责编邮箱：[duanhongmei@cnipr.com](mailto:duanhongmei@cnipr.com)

发行电话：010-82000860 转 8101/8102

发行传真：010-82000893/82005070/82000270

印 刷：北京科信印刷有限公司

经 销：各大网上书店、新华书店及相关专业书店

开 本：720mm×1000mm 1/16

印 张：15.25

版 次：2017 年 10 月第 1 版

印 次：2017 年 10 月第 1 次印刷

字 数：260 千字

定 价：68.00 元

ISBN 978-7-5130-5182-8

出版权专有 侵权必究

如有印装质量问题，本社负责调换。

# 强力推进网络强国战略丛书

## 编委会

丛书主编：邬江兴

丛书副主编：李 彬 刘 文 巨乃岐

编委会成员（按姓氏笔画排序）：

王志远 王建军 王恒桓 化长河

刘 静 吴一敏 宋海龙 张 备

欧仕金 郭 萍 董国旺

## 总序

20世纪人类最伟大发明之一的互联网，正在迅速地将人与人、人与机的互联网朝着万物互联的方向演进，人类社会也同步经历着有史以来最广泛、最深刻的变革。互联网跨越时空，真正使世界变成了地球村、命运共同体。借助并通过互联网，全球信息化已进入全面渗透、跨界融合、加速创新、引领发展的新阶段。谁能在信息化、网络化的浪潮中抢占先机，谁就能够在日新月异的地球村取得优势，获得发展，掌控命运，赢得安全，拥有未来。

2014年2月27日，在中央网络安全和信息化领导小组第一次会议上，习近平同志指出：“没有网络安全就没有国家安全，没有信息化就没有现代化”，“要从国际国内大势出发，总体布局，统筹各方，创新发展，努力把我国建设成为网络强国。”

2016年7月，《国家信息化发展战略纲要》印发，其将建设网络强国战略目标分三步走。第一步，到2020年，核心关键技术部分领域达到国际先进水平，信息产业国际竞争力大幅提升，信息化成为驱动现代化建设的先导力量；第二步，到2025年，建成国际领先的移动通信网络，根本改变核心技术受制于人的局面，实现技术先进、产业发达、应用领先、网络安全坚不可摧的战略目标，涌现一批具有强大国际竞争力的大型跨国网信企业；第三步，到21世纪中叶，信息化全面支撑富强民主文明和谐的社会主义现代化国家建设，在引领全球信息化发展方面有更大作为。

所谓网络强国，是指具备强大网络科技、网络经济、网络管理能力、网络影响力和网络安全保障能力的国家，就是在建设网络、开发网络、利用网络、保护网络和治理网络方面拥有强大综合实力的国家。一般认为，网络强国至少要具备五个基本条件：一是网络信息化基础设施处于世界领先水平；二是有明确的网络空间战略，并在国际社会拥有网络话语权；三是关键技术和装备要技术先进、

自主可控；四是网络主权和信息资源要有足够的保障手段和能力；五是在网络空间战略对抗中有制衡能力和震慑实力。

所谓网络强国战略，是指为了实现由网络大国向网络强国跨越而制定的国家发展战略。通过科技创新和互联网支撑与引领作用，着力增强国家信息化可持续发展能力，完善与优化产业生态环境，促进经济结构转型升级，推进国家治理体系和治理能力现代化，从而为实现“两个一百年”目标奠定坚实的基础。

实施网络强国战略意义重大。第一，信息化、网络化引领时代潮流，这是当今世界最显著的变革特征之一，既是必然选择，也是当务之急。第二，网络强国是国家强盛和民族振兴的重要内涵，体现了党中央全面深化改革、加强顶层设计的坚强意志和创新睿智，显示出坚决保障网络主权、维护国家利益、推动信息化发展的坚定决心。第三，网络空间蕴藏着巨大的经济、科技潜力和宝贵的数据资源，是我国社会经济发展的新引擎、新动力。它与农业、工业、商业、教育等各行业各领域深度融合，催生出许多新技术、新业态、新模式，提升着实体经济的创新力、生产力、流通力，为传统经济的转型升级带来了新机遇、新空间、新活力。第四，互联网作为文化碰撞的通道、思想交锋的平台、意识形态斗争的高地，始终是没有硝烟的战场，是继领土、领海、领空之后的“第四领域”，构成大国博弈的战略制高点。只有掌握自主可控的互联网核心技术，维护好国家网络主权，民族复兴的梦想之船才能安全远航。第五，国家治理体系与治理能力现代化，需要有效化解社会管理的层级化与信息传播的扁平化矛盾，推动治理的科学化与精细化。尤其是物联网、大数据、云计算等先进技术的涌现为之提供了更加坚实的物质基础和高效的运作手段。

经过 20 多年的发展，我国互联网建设成果卓著，网络走入千家万户，网民数量世界第一，固定宽带接入端口超过 4 亿个，手机网络用户达 10.04 亿人，我国已经是名副其实的网络大国。但是我国还不是网络强国，与世界先进国家相比，还有很大的差距，其间要走的路还很长，前进中的挑战还很多。如何实践网络强国战略，建设网络强国，是摆在中华民族面前的历史性任务。

本丛书由战略支援部队信息工程大学相关专家教授合作完成，丛书的策划、构思和编写围绕以下问题和认识展开：第一，网络强国战略既已提出，那么，如何实施，从哪些方面实施，实施的路径、办法是什么，存在的问题、困难有哪些等。作者始终围绕网络强国建设中的技术支撑、人才保证、文化引领、安全保

障、设施服务、法律规范、产业新业态和国际合作等重大问题进行理论阐述，进而提出实施网络强国战略的措施和办法。第二，网络强国战略既是一项长期复杂的系统工程，又是一个内涵丰富的科学命题。正确认识和深刻把握网络强国战略的内涵、意义、使命和要求，无疑是全面贯彻落实网络强国战略的前提条件。丛书的编写既是作者深入理解网络强国战略的认知过程，也是帮助公众深入理解网络强国战略的一种努力。第三，作为身处高校教学一线的理论工作者，积极投身、驻足网络强国理论战线、思想战线和战略前沿，这既是分内之事，也是践行国家战略的具体表现。第四，全面贯彻落实网络强国战略，既有共同面对的复杂现实问题，又有全民参与的长期发展问题。因此，理论研究和探讨不可能一蹴而就，需要作持久和深入的努力，本丛书必然会随着实践的推进而不断得到丰富和升华。

为了完成好本丛书的目标定位，战略支援部队信息工程大学校党委成立了“强力推进网络强国战略丛书”编委会，实行丛书主编和分册主编负责制，对我国互联网发展的历史和现状特别是实现网络强国战略的理论和实践问题进行系统分析和全面考量。

本丛书共分为八个分册，分别从技术创新支撑、先进文化引领、基础设施铺路、网络产业创生、网络人才先行、网络安全保障、网络法治增序、国际合作助推八个方面，对网络强国建设中的重大理论和实践问题进行了梳理，对我国建设网络强国的基础、挑战、问题、原则、目标、重点、任务、路径、对策和方法等进行了深入探讨。在撰写过程中，始终坚持突出政治性，立足学术性，注重可读性。本丛书具有系统性、知识性、前沿性、针对性、实践性、操作性等特点，值得广大人文社科工作者、机关干部、管理者、网民和群众阅读，也可供大专院校、科研院所的专家学者参考。

在丛书编写过程中，得到了中央网信办负责同志的高度关注和热情鼓励，借鉴并引用了有关网络强国方面的大量文献和资料，与多期“网信培训班”的学员进行了研讨，在此一并表示衷心的感谢。

郭江兴

# 目 录

## 总序

<b>第一章 网络技术创新概述</b> .....	<b>1</b>
一、网络技术创新概念内涵 .....	1
二、网络技术的创新发展 .....	13
三、网络技术创新的地位与作用 .....	25
<b>第二章 我国网络技术创新的主要成就和特点</b> .....	<b>35</b>
一、总体态势 .....	35
二、主要成果 .....	48
三、我国网络技术创新的主要特点 .....	65
<b>第三章 我国网络创新发展的历史机遇</b> .....	<b>81</b>
一、庞大并仍在增加的网民规模为网络创新提供的动力强 .....	82
二、即将到来的新技术革命为网络技术创新提供的势能高 .....	92
三、巨量的人才储备为网络技术可持续发展提供的智力足 .....	98
四、网络技术应用创新与传统产业深度融合发展的潜力大 .....	102
五、技术创新对接经济社会民主与信息管理的耦合度高 .....	111
六、国家网络强国战略为网络技术创新提供的历史机遇好 .....	115
<b>第四章 我国网络技术创新面临的突出问题与挑战</b> .....	<b>120</b>
一、基础设施研发能力不足 .....	120
二、核心技术自主创新能力滞后 .....	128
三、技术创新发展氛围亟待改善 .....	137
四、技术创新制度机制不健全 .....	143
五、创新文化教育体制不完善 .....	149
六、网络技术创新面临美国主导的国际垄断的围剿 .....	150
<b>第五章 我国网络技术创新的战略选择</b> .....	<b>158</b>
一、网络技术创新战略定位 .....	158
二、基本原则 .....	169
三、主要步骤 .....	181



第六章 我国网络技术创新的实现路径 .....	197
一、国家网络技术创新需求趋势评估 .....	197
二、实施网络技术创新战略的主要举措与途径 .....	202
三、推进网络技术创新应着重处理好的几个关系 .....	222
主要参考文献 .....	230
后 记 .....	231



## 第一章 网络技术创新概述

**网**络技术的发展程度决定了信息化的发展水平，网络技术创新能力体现了国家创新发展能力水平。网络技术创新是网络时代一种新型的创新活动，既符合技术创新的一般规律，又兼具网络开放互联的显著特点。把握网络技术创新的概念内涵和特点规律，紧盯网络技术创新的热点前沿，分析网络技术创新的发展趋势，对于加快建立国家网络技术创新驱动发展战略、推进国家网络空间技术进步、建设网络强国意义重大。

### 一、网络技术创新概念内涵

技术创新在经济社会发展和人类文明进程中发挥基础性和牵引性作用。当人类步入知识经济时代，互联网成为支撑社会和经济发展的平台，世界各国竞相投入和发展网络技术创新。伴随网络新技术的快速升级演进，新理念和新模式被不断引入网络技术创新发展中，前沿性、颠覆性的技术变革加速孕育，一系列重大技术创新不断涌现。网络技术创新具有高度的开放性、互联性和边际递增性等显著特点，促进了学科交叉融合进一步发展，影响和带动了高新技术群的集体跃升，正成为牵引和推动科学技术飞速发展的主导力量。

#### （一）时代背景

互联网的飞速发展和广泛应用渗透进人类社会活动的各个领域，深刻地改变

了人们的生产、生活和思维方式。在经济社会发展中，互联网聚集了大量技术、资金、人才，网络资源日益成为生产要素和社会财富，成为推动国家经济增长、促进就业的重要力量，同时也是国家综合实力和竞争力的重要标志。目前，全球网络用户突破 30 亿人，占世界总人口的 40%，其中 G20 国家（网民用户达 22.4 亿人）互联网普及率高达 50.2%。根据统计分析，2010~2015 年，G20 国家互联网普及率平均达 69%，G20 成员中发达国家的互联网经济对 GDP 贡献率达到 5.5%，发展中国家平均为 4.9%。我国互联网经济对 GDP 贡献率为 6.9%，互联网经济水平超过发达国家平均水平<sup>①</sup>。

从 1994 年我国全面接入互联网至今，二十多年来，我国在互联网领域抓住机遇，快速推进，成果斐然。据中国互联网络信息中心发布的报告，截至 2016 年 6 月，中国网民规模达 7.1 亿人，互联网普及率达到 51.7%，超过全球平均水平 3.1 个百分点<sup>②</sup>。同时，移动互联网塑造的社会生活形态进一步强化，“互联网+”行动计划推动政企服务多元化、移动化发展。中国已是名副其实的网络大国，但大不一定强。另外一些统计数据显示，中国距离网络强国仍有较大差距，如自主创新方面还相对落后，区域和城乡差异比较明显，人均带宽与国际先进水平差距较大，国内互联网发展瓶颈仍然较为突出。以信息化驱动工业化、城镇化、农业现代化、国家治理体系和治理能力现代化的任务十分繁重，国内不同地区间“数字鸿沟”及其带来的社会和经济问题都需要尽快解决。

基于对互联网的深刻认知，习近平总书记指出：“互联网时代对人类的生活、生产、生产力的发展都具有很大的进步推动作用。”<sup>③</sup> 党的十八届五中全会站在未来发展的战略高度，建议将网络强国战略纳入“十三五”规划的战略体系之中，充分体现了党与时俱进的伟大品格。网络强国战略之一就是要以技术创新助推强国目标。科学技术是第一生产力，而网络技术已经成为人类社会最前沿的科学技术。实施网络强国战略，需要建立配套完善的技术发展战略。<sup>④</sup> 中国是

① 《G20 国家互联网发展研究报告》发布 中国互联网经济水平超发达国家[EB/OL]. (2016-09-02)[2016-12-23]. <http://news.cctv.com/2016/09/02/ART1snn7AELqCtzlAg1M5orU160902.shtml>.

② CNNIC. 2016 年第 38 次中国互联网络发展状况统计报告——网民规模与结构（二）[EB/OL]. (2016-08-03) [2016-12-23]. <http://199it.com/archives/502874.html>.

③ 2012 年 12 月 13 日，习近平在深圳视察腾讯公司时的讲话。

④ 敏锐把握世界科技创新发展趋势 切实把创新驱动发展战略实施好 [N]. 光明日报，2013-10-02 (01).

典型的后发展国家，是网络大国，但国际互联网发展至今，众多的核心技术基本都掌握在西方国家特别是美国手中。中国要成为网络强国，必须加强网络技术提升，掌握核心技术，不断研发拥有自主知识产权的互联网产品，才能不受制于其他国家，而要拥有核心技术就必须开展网络技术创新。习近平总书记特别强调：“要准确把握重点领域科技发展的战略机遇，选准关系全局和长远发展的战略必争领域和优先方向，通过高效合理配置，深入推进协同创新和开放创新，构建高效强大的共性关键技术供给体系，努力实现关键技术重大突破，把关键技术掌握在自己手里。”<sup>①</sup>

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。“十三五”规划建议指出：“创新是引领发展的第一动力。必须把创新摆在国家发展全局的核心位置，不断推进理论创新、制度创新、科技创新、文化创新等各方面创新，让创新贯穿党和国家一切工作，让创新在全社会蔚然成风。”为实现网络技术自主创新，当务之急是要健全激励机制，完善政策环境，从物质和精神两个层面激发科技创新的积极性和主动性，坚持科技面向经济社会发展的导向，围绕产业链部署创新链，围绕创新链完善资金链，消除科技创新中的“孤岛”现象，破除制约科技成果转移扩散的障碍，提升国家创新体系整体效能。

为了实现网络强国目标，必须深入理解网络技术创新的概念内涵及中国网络技术创新的特点，走具有中国特色的网络技术创新强国之路。

## （二）主要概念

技术创新是人类在探索世界、认知世界、改造世界过程中的一种科技实践活动，为人类的可持续发展提供了动力和保障。网络技术创新是当今最活跃和复杂的技术创新活动。自互联网出现以来，网络新技术迅速迭代，网络新业务层出不穷，网络规模和应用普及远超人们最初的设计和想象。在互联网充满张力和变数的动态发展中，网络技术创新活动受各种复杂因素的影响，呈现出一种非线性的演进规律，具有与一般技术创新活动不同的复杂性和不确定性。

<sup>①</sup> 习近平. 习近平总书记系列重要讲话读本（2016年版）[M]. 北京：学习出版社，人民出版社，2016.

## 1. 技术创新

“技术创新”的概念主要源自经济领域，作为经济学中一种典型的技术类事件、范式和问题，长期以来得到了学界的深入研究和探索，其概念内涵不断丰富和发展。

在经济学领域，最早关注技术创新对经济发展与竞争作用的是亚当·斯密和卡尔·马克思。1776年，亚当·斯密在出版的《国民财富的性质和原因的研究》（简称《国富论》）一书的第一章“论分工”中，提出科学研究专业分工日趋增加，阐释了科学在技术演变中的重要作用，以及生产实践中进行科学技术探索和改进的问题，论述的技术变革与经济增长的关系为后人研究提供了方向<sup>①</sup>。卡尔·马克思在商品经济基本原理和剩余价值理论中剖析了技术创新与资本主义经济、社会发展的关系，认为在市场中，所有资本家都会在生存压力和剩余价值的诱惑下不断进行技术创新，从而实现技术普及，并最终带动整个社会科学技术和劳动生产率的提高，资本主义社会主义市场经济从而得到快速发展。从此，技术（Technology）和创新（Innovation）被紧密地联系在一起，并在经济学、社会学乃至科学技术领域得到广泛关注<sup>②</sup>。

1912年，奥地利经济学家约瑟夫·熊彼特在出版的《经济发展理论》一书中明确提出了“技术创新”的概念并进行了系统论述。他认为，所谓“创新”就是“建立一种新的生产函数”，就是“把生产要素和生产条件以新的组合引入到生产体系中”，创新的目的在于获取潜在利润。熊彼特所说的新组合主要表现为五种情况：采用新的产品；采用新的生产方法；开辟新的市场；获取原材料的新供应来源；实现新的工业组织。这五类创新可归结为产品创新、工艺创新、市场创新、资源配置创新和组织创新。按照创新活动的主要阶段，创新可分为四个步骤，即发明、创新、推广和选择<sup>③</sup>。总的来说，熊彼特提出的技术创新是一个系统性概念，是在经济学框架内研究技术创新的概念、模式、实现形式和过程，重在分析技术创新对经济发展的作用，为人们更深入地研究技术创新概念奠定了基础。例如，基于熊彼特的理论基础，S. C. 索罗在《资本化过程中的创新：对熊

① 亚当·斯密·国民财富的性质和原因的研究 [M] . 上海：商务印书馆，1974.

②③ 淮涛·技术创新与中国经济增长的实证研究 [D] . 北京：首都经济贸易大学，2014.

彼特理论的评价》一书中首次提出技术创新认定的“两步论”，即新思想来源和以后阶段的实现发展，同时论证了技术创新是一个国家经济长期持续增长的动力。

改革开放后，我国也对技术创新问题展开深入研究，并结合中国经济建设和社会发展实践提出了富有中国特色的技术创新概念。1999年8月，《中共中央、国务院关于加强技术创新，发展高科技，实现产业化的决定》中，将技术创新定义为“企业应用创新的知识和新技术、新工艺，采用新的生产方式和经营管理模式，提高产品质量，开发生产新的产品，提供新的服务，占据市场并实现市场价值”，同时指出“企业是创新的主体，技术创新是发展高科技、实现产业化的重要前提”。

进入21世纪，世界各国将技术创新提升到战略高度，纷纷提出建设国家创新体系，技术创新概念向宏观和微观、深度和广度等不同维度不断延伸，特别是在网络时代被赋予了新的内涵。

## 2. 网络技术

目前，学术界和工业界并没有对“网络技术”进行统一定义，一方面在于“网络”一词本身具有多种涵义且在不断丰富演化，如通信网络（Communication Network）、计算机网络（Computer Network），或是互联网（Internet）、网格（Grid）、网络空间（Cyber Space）等；另一方面，网络技术构成复杂，无法从单一维度进行准确描述，如从信息共享的角度网络技术是指信息存储、信息传递、信息处理、信息标识等，从体系结构的角度网络技术则指硬件技术、软件技术、应用技术等，从网络形态角度网络技术又可包括局域网技术、城域网技术、广域网技术等。

根据百度百科的词条描述，“网络技术”是指“从20世纪90年代中期发展起来的新技术，它把互联网上分散的资源融为有机整体，实现资源的全面共享和有机协作，使人们能够透明地使用资源的整体并按需获取信息。资源包括高性能计算机、存储资源、数据资源、信息资源、知识资源、专家资源、大型数据库、网络、传感器等”。<sup>①</sup>这一概念描述强调了网络在资源共享和消除资源“孤岛”

<sup>①</sup> 网络技术词条，来源于百度百科，由“科普中国”百科科学词条编写与应用工作项目审核。

方面的作用，体现了人们在信息交互和资源存取方面的协作关系，反映了网络及其构成技术的本质特征。本书关注的主要是网络技术对于经济社会发展的促进作用，而互联网作为人类现代技术革命最重要的成果之一，其出现和应用深刻影响和改变了经济社会的发展，因此本书所指的网络技术特指互联网及其相关技术。

互联网又称因特网，始于美军的 ARPANET 项目，由美军国防高级研究计划局（DARPA）为确保战争时的可靠军事通信而资助研究并建立。最初，ARPANET 只有四个连接结点，由分别位于加利福尼亚洛杉矶分校、斯坦福大学、加利福尼亚大学、犹他州大学共四所大学的异构大型计算机系统组成。1973 年，DARPA 启动了名为 Internet 的互联网研究项目，TCP/IP 协议（传输控制协议/因特网互联协议）由此孕育而生，随着 TCP/IP 的广泛应用部署，ARPANET 的规模和范围逐渐扩大，互联网（Internet）基本形成。

互联网的第一次飞跃发展得益于学术界的进入和推动。1985 年，美国国家科学基金会（NSF）开始资助 TCP/IP 和互联网的研究，建立 NSFNET。很多大学、政府资助的研究机构甚至私营的研究机构纷纷将各自的局域网并入 NSFNET，随后全美国建立了按地区划分的计算机广域网，并将这些地区网络和超级计算机中心互联起来。1990 年，NSFNET 彻底取代 ARPANET 成为国际互联网的主干网。NSFNET 对互联网发展的最大贡献是向全社会开放，而不再是仅供计算机研究人员和政府机构使用。

互联网的第二次飞跃发展归功于研究性网络的商业化。1990 年，由 Merit、IBM 和 MCI 公司联合建立了非营利组织——先进网络科学公司 ANS（Advanced Network & Science Inc.），并构建了覆盖全美的 T3 级主干网。1991 年年底，NSFNET 的全部主干网与 ANS 提供的 T3 级主干网相联通；1993 年，ANSNET 建设完成，互联网开始进入商业化时代。

迄今为止，互联网技术发展共经历了三次浪潮。

一是以超文本标记语言 HTML、超文本传输协议 HTTP、万维网 WWW 等为代表的一批互联网信息发布技术统一了网络信息的格式化描述、存储定位和访问方法，巨量、芜杂的网络信息被互联网聚合在一起，实现了全球信息资源的共享。同时，网页浏览器、搜索引擎、文件下载器等不断推出大众化网络工具，方便了互联网的使用，雅虎、谷歌等互联网公司得到快速发展。

二是以动态网页、P2P 下载、社交网络为代表的可交互式网络和自媒体技术

不断涌现,改变了网络信息单向、静态的传统发布模式,每个网络用户都可由自己主导并生成网络内容,实现与互联网的双向信息交流,以兴趣为聚合点的社交群落逐渐形成,Facebook、Twitter、YouTube等多媒体社交网络迅速兴起。

三是以无线局域网、移动互联网、物联网为代表的新兴网络连接技术极大地扩展了互联网的覆盖范围,实现了从有线向无线、从固定到移动、从计算机向智能终端和嵌入式系统的革命性飞跃,“IP over Everything”的泛在网络正逐步形成;同时,随着云计算、大数据技术的出现和应用,互联网颠覆了许多传统行业,电信、电视、计算机三网融合趋势加强,商业、金融业正加快“上网”,农业、制造业利用网络技术实现了智能生产。互联网还在不断融合更多业务,并不断催生信息产业的新业态。

随着智能物联网、社交网络等网络新技术的不断发展和普及,互联网正向物理世界和人类社会深度渗透和全维覆盖,一种新型的人造空间——网络空间正在逐步形成且不断扩张。当前,网络空间还在动态变化中持续演进,未来网络将向链接泛在化、结构动态化、安全属性化、数据知识化、控制智能化的方向快速发展,“互联网+”“工业4.0”将彻底改变人们的生产和生活方式,人工智能、网络思维将颠覆人类认知世界、改造世界的方式。

### 3. 网络技术创新

网络技术创新是网络时代一种特有的技术创新活动。随着计算机与互联网技术的飞速发展,新知识、新理论不断产生,学科交叉融合进一步增强,产业经济形态和组织模式与传统经济相比发生了巨大变化。网络技术创新的基础、方式与传统经济时代明显不同,使得网络技术创新的主体和过程也发生了显著变化。

第一,网络技术创新的主体趋向多元化。互联网的广泛应用促进了人与人之间的沟通和交流,跨学科的科技人员有机会通过网络平等地参与技术创新的讨论,企业、大学、科研机构等创新主体之间的连接简单高效,日益紧密,互动合作愈发频繁;同时,工人、农民、学生甚至普通民众利用网络可以便捷地获取最新知识,结合自己的生产、生活实际提出具有创新性的网络应用和发明创造,以非传统创新主体的身份成为网络技术创新群体中的一员。思想的多元化与成员的民众化使得网络新理念、新观点、新思想和新技术不断迸发。网络时代的技术创



新不再是少数专业人士的“特权”和工作，而是普通人可以广泛参与的全民性活动。网络技术创新主体的多元化为大众创业、万众创新提供了发展基础。

第二，网络技术创新的模式趋向敏捷化。互联网技术更新迭代迅速，市场竞争日趋激烈，新产品、新应用层出不穷，技术和产品的生命周期越来越短。互联网的开放性将遍布全球的创新资源迅速聚合在一起，导致网络新技术研发速度越来越快，网络用户的需求欲望被不断拉升，从而激起网络产品竞争环境的快速变化。企业为了生存和持续发展，必须提高自身快速响应变化的能力和研发风险承受能力，即通过整合、协调、优化各类生产要素，快速配置各种资源，以满足用户需求。时间上落后的技术创新不仅没有利润空间，更会丧失生存空间。例如，手机、iPad等移动智能终端的中高端品牌——苹果公司每隔三个月就会发布一款新产品，快速的客户响应能力使其迅速占领全球移动智能终端市场，而一些传统电信终端企业因不能适应网络时代技术创新的快节奏，无法快速为用户提供新技术产品，最终被市场淘汰。

第三，网络技术创新的成本趋向低廉化。计算机技术的发展速度以摩尔定律增长，芯片处理能力大幅提高，成本却急剧下降。2016年一台普通计算机的处理能力是1975年的数亿倍，而实际成本却要低得多。通信网络的容量与速度在大幅提升。1970年，按照当时的通信速率，若要把电子版的《大英百科全书》从美国东海岸传送到西海岸，通信成本需要187美元，且传输速率极低。而今，网络带宽大幅提高，即使传输整个美国国会图书馆的电子数据也只需几十美元。通信成本下降，越来越多的人连入互联网，创新智力快速聚集，创新成本快速下降。如今，计算机图形学、人工智能、3D打印、虚拟现实、增强现实等技术发展迅速、应用广泛，对传统工业设计和生产影响巨大。虚拟化的设计系统基本上不消耗资源和能量，极大地降低了设计和测试成本。1985年，福特公司做一次汽车碰撞试验需要花费60 000美元，而现在通过计算机模拟，成本仅为100美元。BP阿莫科公司利用三维地震探测技术寻找石油资源，使油田发现成本从1991年的每桶近10美元降到现在的1美元左右。

第四，网络技术创新的内涵趋向复杂化。传统的技术创新理论认为创新就是建立一种新的生产函数，即把生产要素和生产条件的“新组合”引入生产体系。网络技术创新则使得这个生产函数更加复杂，“新组合”更加充满变数，“函数值”则更加充满不确定性。互联网本身是一个各类网络实体相互作用的巨大信息