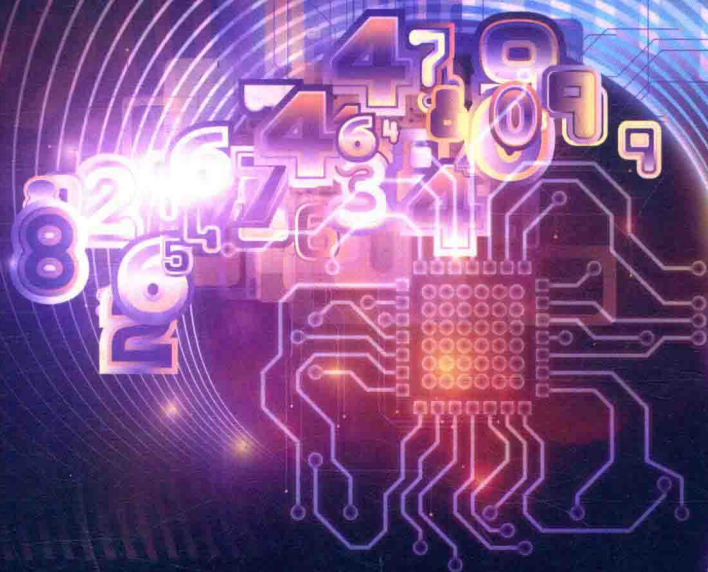




NATIONAL INNOVATION
POWER TOWARDS
INTELLIGENT
SOCIETY

面向智能社会的 国家创新力 智能化大趋势

国家创新力评估课题组◎编著
Research Team of National Innovation Power



中国科协高端科技创新智库产品

迎接智能社会变革浪潮 | 开展国家创新力评估 | 解析创新产业生态

清华大学出版社



NATIONAL
INNOVATION
POWER
TOWARDS
INTELLIGENT
SOCIETY

面向智能社会的
国家创新力
智能化大趋势

国家创新力评估课题组◎编著
Research Team of National Innovation Power

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

自 2015 年以来,中国科学技术协会先后组织近 300 位院士及专家对我国在信息技术、智能材料、智能制造、智能能源、智能生活等重点领域的科学、技术和产业创新力进行了研判与评估,从多个侧面分析和揭示了我国在这些领域重点方向的科技发展水平及国际定位。本书系统总结与汇编了上述研究成果,全书由三部分组成:在第一部分“面向智能社会的国家创新力定性评估”中,通过专家对相关创新力评估指标打分的方式,对五大重点领域中 31 个方向的科学创新力、技术创新力和产业创新力进行了评价,从而形成各方向的创新力定性评估结论;在第二部分“面向智能社会的国家创新力定量评估”中,通过对文献、专利进行计量统计的方式,对五大重点领域中的 27 个方向进行了评价,从而形成各方向的创新力定量评估结论;在第三部分“面向智能社会的若干产业创新力评估”中,对大数据、第五代移动通信技术、无人驾驶汽车、智能终端四个典型产业的国内外产业生态进行了分析。

希冀读者通过本书对我国在重点领域的科技发展水平有一个系统而全面的认识。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

面向智能社会的国家创新力:智能化大趋势/国家创新力评估课题组编著. —北京:清华大学出版社,2017
ISBN 978-7-302-46648-2

I. ①面… II. ①国… III. ①国家创新系统—研究—中国 IV. ①F204 ②G322.0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 032057 号

责任编辑:盛东亮

封面设计:李召霞

责任校对:时翠兰

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京亿浓世纪彩色印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:203mm×260mm

印 张:37.75

字 数:963 千字

版 次:2017 年 5 月第 1 版

印 次:2017 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~2500

定 价:139.00 元

产品编号:074362-01

编 委 会

总策划：尚 勇

策 划：王春法

执行策划：郭 哲 罗 晖 田 洺

项目协调：姜念云 王 挺 郑 凯 谭宗颖 王 桓 陈 锐 毕海滨

信息技术领域专家组

组 长：

潘云鹤 浙江大学教授，中国工程院院士

副组长：

郭贺铨 电信科学技术研究院研究员，中国工程院院士

周炳琨 清华大学教授，中国科学院院士

成 员(按姓氏拼音排序)：

冯 丹 华中科技大学教授

龚旗煌 北京大学教授，中国科学院院士

郭爱克 中国科学院神经科学研究所研究员，中国科学院生物物理研究所研究员，中国科学院院士

洪学海 中国科学院计算技术研究所研究员

胡小永 北京大学教授

黄 如 北京大学教授，中国科学院院士

李国杰 中国科学院计算技术研究所研究员，中国工程院院士

李建中 哈尔滨工业大学教授

李 武 北京师范大学教授

刘成林 中国科学院自动化研究所研究员

刘铁根 天津大学教授

刘伍明 中国科学院物理研究所教授

吕国伟 北京大学副教授

牛志升 清华大学教授

潘建伟 中国科学技术大学教授，中国科学院院士

彭承志 中国科学技术大学研究员

谭铁牛 中国科学院自动化研究所研究员，中国科学院院士

陶建华 中国科学院自动化研究所研究员

王 芳 华中科技大学教授
王兴军 北京大学教授
吴 飞 浙江大学教授
杨天若 华中科技大学教授
余 山 中国科学院自动化研究所研究员
张文卓 中国科学技术大学副研究员
赵 博 中国科学技术大学教授
朱文武 清华大学教授
庄越挺 浙江大学教授

智能材料领域专家组

组 长:

叶恒强 中国科学院金属研究所研究员,中国科学院院士

副组长:

欧阳世翕 中国建筑材料科学研究总院教授

祝世宁 南京大学教授,中国科学院院士

成 员(按姓氏拼音排序):

曹传祥 上海大学助理研究员
曹 汛 南京大学教授
陈皓明 清华大学教授
陈亚莉 中国航空工业发展研究中心研究员
陈延峰 南京大学教授
樊俊兵 中国科学院理化技术研究所助理研究员
高彦峰 上海大学教授
顾 宁 东南大学教授
江 雷 中国科学院化学研究所研究员,中国科学院院士
冷劲松 哈尔滨工业大学教授
刘 东 东南大学讲师
刘立武 哈尔滨工业大学副教授
罗宏杰 上海大学教授
南策文 清华大学教授,中国科学院院士
瞿伟廉 武汉理工大学教授
任晓兵 西安交通大学教授
王宏志 东华大学教授
王树涛 中国科学院理化技术研究所教授
韦家虎 中国航发北京航空材料研究院高级工程师

- 闻海虎 南京大学教授
 吴长征 中国科学技术大学教授
 谢 毅 中国科学技术大学教授,中国科学院院士
 熊 克 南京航空航天大学教授
 许家瑞 中山大学教授
 阎 锋 南京大学教授
 杨昕昕 上海大学副研究员
 杨耀东 西安交通大学教授
 益小苏 中航复材(北京)科技有限公司研究员
 于相龙 清华大学讲师
 张青红 东华大学教授
 张文俊 南京大学工程师
 张文清 上海大学教授
 赵景泰 上海大学教授
 赵晓鹏 西北工业大学教授
 周 济 清华大学教授
 朱孔军 南京航空航天大学教授

智能能源领域专家组

组 长:

包信和 中国科学院大连化学物理研究所研究员,中国科学院院士

副组长:

戴松元 华北电力大学教授

金红光 中国科学院工程热物理研究所研究员,中国科学院院士

成 员(按姓氏拼音排序):

白凤武 中国科学院电工研究所研究员

鲍晓军 福州大学教授

蔡翔舟 中国科学院上海应用物理研究所研究员

陈 军 南开大学教授

郭烈锦 西安交通大学教授

韩敏芳 清华大学教授

何雅玲 西安交通大学教授,中国科学院院士

江茂修 中国石化石油化工科学研究院高级工程师

姜秀美 中国科学院大连化学物理研究所助理研究员

孔凡太 中国科学院合肥物质科学研究院副研究员

李 丽 北京理工大学副教授

- 李 鹏 天津大学副教授
梁向峰 中国科学院青岛生物能源与过程研究所研究员
刘海超 北京大学教授
刘会洲 中国科学院青岛生物能源与过程研究所研究员
刘文汇 中国石化石油勘探开发研究院研究员
刘振宇 北京化工大学教授
马隆龙 中国科学院广州能源研究所研究员
隋 军 中国科学院上海工程热物理研究所研究员
孙永明 中国科学院广州能源研究所研究员
田中群 厦门大学教授,中国科学院院士
王成山 天津大学教授
王建国 中国科学院山西煤炭化学研究所研究员
王建强 中国科学院上海应用物理研究所研究员
王志峰 中国科学院电工研究所研究员
吴 锋 北京理工大学教授
徐洪杰 中国科学院上海应用物理研究所研究员
杨勇平 华北电力大学教授
袁振宏 中国科学院广州能源研究所研究员
张伯明 清华大学教授
张华民 中国科学院大连化学物理研究所研究员
宗保宁 中国石化石油化工科学研究院教授级高工

智能制造领域专家组

组 长:

钟 掘 中南大学教授,中国工程院院士

副组长:

卢秉恒 西安交通大学教授,中国工程院院士

宋天虎 中国机械工程学会原副理事长

成 员(按姓氏拼音排序):

戴一帆 国防科技大学教授

丁 汉 华中科技大学教授,中国科学院院士

段吉安 中南大学教授

高 峰 上海交通大学教授

郭东明 大连理工大学教授,中国工程院院士

韩志武 吉林大学教授

黄明辉 中南大学教授

- | | |
|-----|--------------------|
| 蒋庄德 | 西安交通大学教授,中国工程院院士 |
| 焦宗夏 | 北京航空航天大学教授 |
| 李涤尘 | 西安交通大学教授 |
| 林忠钦 | 上海交通大学教授,中国工程院院士 |
| 简永诚 | 中南大学教授 |
| 刘 岩 | 清华大学深圳研究生院教授 |
| 雒建斌 | 清华大学教授,中国科学院院士 |
| 彭芳瑜 | 华中科技大学教授 |
| 任露泉 | 吉林大学教授,中国科学院院士 |
| 邵新宇 | 华中科技大学教授 |
| 孙逢春 | 北京理工大学教授 |
| 谭建荣 | 浙江大学教授,中国工程院院士 |
| 唐进元 | 中南大学教授 |
| 田红旗 | 中南大学教授,中国工程院院士 |
| 涂善东 | 华东理工大学教授 |
| 汪学锋 | 上海交通大学教授 |
| 王福亮 | 中南大学教授 |
| 王华明 | 北京航空航天大学教授,中国工程院院士 |
| 王树新 | 天津大学教授 |
| 熊有伦 | 华中科技大学教授,中国科学院院士 |
| 杨 合 | 西北工业大学教授 |
| 杨华勇 | 浙江大学教授,中国工程院院士 |
| 虞 烈 | 西安交通大学教授 |
| 苑伟政 | 西北工业大学教授 |
| 翟婉明 | 西南交通大学教授,中国科学院院士 |
| 张义民 | 东北大学教授 |
| 朱 荻 | 南京航空航天大学教授,中国科学院院士 |
| 朱向阳 | 上海交通大学教授 |

智能生活领域专家组

组 长:

王田苗 北京航空航天大学教授

副组长:

吴朝晖 浙江大学教授

高自友 北京交通大学教授

赵 杰 哈尔滨工业大学教授

成 员(按姓氏拼音排序):

- 边桂彬 中国科学院自动化研究所副研究员
陈殿生 北京航空航天大学教授
段星光 北京理工大学教授
樊瑜波 北京航空航天大学教授
高楚舒 中国科学院软件研究所副研究员
韩建达 中国科学院沈阳自动化研究所研究员
何国田 中国科学院重庆绿色智能技术研究院研究员
侯增广 中国科学院自动化研究所研究员
黄 强 北京理工大学教授
黄 涛 中国科学院软件研究所研究员
黄 田 天津大学教授
姜念云 北京科学学研究中心研究员
匡绍龙 苏州大学副教授
李曲恒 北京航空航天大学助理研究员
李贻斌 山东大学教授
刘 飞 中国科学院重庆绿色智能技术研究院助理研究员
刘文勇 北京航空航天大学副研究员
刘 炀 北京交通大学讲师
刘 勇 浙江大学副教授
欧勇盛 中国科学院深圳先进技术研究院研究员
沈 骏 中国科学院重庆绿色智能技术研究院副研究员
孙立军 同济大学教授
孙立宁 苏州大学教授
陶 永 北京航空航天大学副研究员
王树新 天津大学教授
王贤福 中国科学院重庆绿色智能技术研究院助理研究员
王笑京 交通运输部公路科学研究院研究员级高工
王云鹏 北京航空航天大学教授
熊蔡华 华中科技大学教授
熊 蓉 浙江大学教授
闫学东 北京交通大学教授
余贵珍 北京航空航天大学副教授
袁家虎 中国科学院重庆绿色智能技术研究院研究员
张树武 中国科学院自动化研究所研究员
张 毅 清华大学教授
赵飞亚 中国科学院重庆绿色智能技术研究院助理研究员
朱向阳 上海交通大学教授

国家创新力定性评估组

姜念云	王 桓	毕海滨	谢 夏	付 煜	宫 飞	孟令耘	马晓琨	薛 静	沈林艺
李兴川	崔紫晨	柴秋霞	黄司杭	许志强	杨 拓	阚 放	戴 宏	岳未祯	魏红祥
成 蒙	宋 鹏	李 森							

国家创新力定量评估组

谭宗颖	田 洺	王 桓	毕海滨	郑永和	龚 旭	李真真	余 江	朱相丽	刘小玲
陶斯宇	刘小平	阚 放	戴 宏	卫炯圻	葛 菲	鲁晶晶	万 昊	张超星	王 婷
王军辉	张晋辉	王 山							

若干产业创新力评估组

张赤东	王 桓	赵 捷	刘 东	罗亚非	韩 旺	邱晓燕	苏广夏	韦玉怀	李维娜
周岷峰	胡安瑞	马 良	朱智源						

FOREWORD

序

抢抓智能革命先机，乘势跨进智能社会

关于世界新科技革命和产业变革蓄势待发的战略判断正在变成现实，智能革命已见端倪，智能化创新浪潮蓬勃兴起。显而易见，升级版的人工智能科技是智能革命的龙头和主线，将带动众多学科走向繁荣，引发众多领域技术更新换代；更重要的是将引发产业变革风起云涌，带来人们生产生活方式和社会结构的深刻变化，推动人类社会从工业化、信息化社会向智能社会进行历史跨越。

纵观近五百年来人类文明的发展历程，创新的积累聚合成科技革命，似巨大引擎驱动着经济社会不断向新的文明演进。16、17 世纪，牛顿站在了哥白尼、伽利略、开普勒等巨人的肩膀上，成为第一次科学革命的集大成者。18 世纪后，以动力变革为核心的工业革命，推动人类社会由农耕文明进入工业文明，从而开辟了一个崭新的时代。20 世纪初，经典物理理论大厦已经落成并日臻完美之时，爱因斯坦提出的相对论，普朗克、玻尔、海森堡、薛定谔等共同构建的量子力学拨开了物理学上空的两朵乌云，造就了第二次科学革命的全面兴起。第二次世界大战后，以微电子、计算机、航天、核能、新材料、生物等高技术群为代表的新科技革命浪潮波涌世界；在世纪交替的 50 多年中，以互联网为核心的信息革命席卷全球，惠及世界大多数普通民众，使人类社会跨入了信息社会。

正当一些人忧虑科技创新是否进入了“沉寂的春天”之时，习近平总书记以伟大战略家的高瞻远瞩和杰出政治家的深邃洞察力，纵览世界创新发展大势，把握时代脉搏，多次提出了世界新科技革命和产业变革蓄势待发的科学判断，强调人工智能技术的迅速发展将深刻改变人类生活、改变世界，数次指示要抢占人工智能、机器人发展的先机。“风起于青萍之末”，无论是国际科技界和产业界的反应，还是世界各科技强国的战略举措，特别是智能技术群体突破和迅速应用渗透的社会影响，都表明了智能革命的悄然兴起。之所以称其智能革命，不仅该学科或领域跃居为科技创新的领头雁，带动其他学科和领域加速突破，导致新技术群的建立和已有技术的更新换代，更重要的意义在于引发了产业和社会的巨大变革。

其一，智能革命意味着人工智能上升为当今科技创新的领头学科。人工智能的概念已提出 70 多年，最早是计算机科学的一个分支，侧重在算法和软件设计以实现机器智能。到了 20 世纪 70 年代，人工智能与能源技术、空间技术并列称为世界 3 大尖端技术，之后又被科技界公认为与纳米、生物、信息并列的 21 世纪 4 大尖端技术。虽然之后科学家们从不同学术路径继续研究并相继取得单项技术突破，但人工智能仍被认为是信息科技绿荫下的一棵幼苗。然而，进入 21 世纪的十多年里，人工智能搭上信息化迅猛发展的快车，与其他领域相关技术融合集大成创新，得到群体突破和系统

发展,迅速长成茁壮大树,在争奇斗艳的各大学科中脱颖而出,秀冠群芳。我们称之为升级版的人工智能,是以仿人自主智能、群体智能、混合增强智能、多感知人机混合智能、大数据认知智能等为骨架,包罗融合多学科领域近年相继突破的前沿发现及发明成果,形成智能科技大系统,将带动多学科的融合创新和广领域应用。

其二,智能革命将带动众多学科领域突破和科技创新的整体提升。人工智能具有的跨学科、跨界融合特点,昭示着其广泛的渗透性、交融性和带动性。新的人工智能是信息化的演进和跃升,更是信息化与机械化融合后的升华和质变。人、机、信息融合成智慧化研判、智能化操控的有机系统。先进计算机、互联网系统、大数据、云计算,包括各种传感器的感知系统、先进物联网、深度学习及认知计算等作为必要的基础平台和手段,脑科学及类脑研究、量子计算等成果的涌现将不断赋予其更智慧化的功能。信息化与机械化融合不仅仅是智能机器或智能装备的发展,更为重要的是形成工业、社会智能系统。

人工智能技术将改变科研开发模式,创新科研开发手段及方式,大幅度提高科技创新效率,协同创新引领变革新浪潮。围绕人类面临的能源资源、气候变化、人口健康、信息安全等问题,全球协作创新持续深化。通过合作参与竞争成为基本形态,协同能力从根本上决定了创新的成效。当前,美国在预测分析、物联网、智能产品和智能工厂等方面领先世界,在个人、技术、资本和公司之间建立联系、产生协同效应方面,成就尤其突出,已经形成一个紧密联系的创新生态系统。人工智能如在其他科技领域植入的新基因,更容易与其他技术融合创新与聚合发展,引发链式反应,对传统工业技术创新升级,对航天、能源、海洋、新材料、生命科学等新兴领域技术突破,对基础研究探索发现都将发挥重要的促进和带动作用,甚至加快形成一批重大的颠覆式创新成果。

其三,智能革命必然驱动产业新的变革。机械化与信息化融合而升华成的智能科技,更自然地渗透融入现有产业并催化变革、或催生出新的产业和业态。因此,智能革命与以往的科技革命不同,更加直接、便捷地引发产业变革,加速现有技术体系的更新换代,生产方式、商业模式的革命性改变,新业态的大量涌现,竞争力的重新洗牌……例如,万物互联成为智能化的核心基础设施。信息空间、人与社会、物理空间的加快融合,人、机、物呈现的一体化发展趋势,使工业社会和信息社会的基础设施正面临全面的升级和改造。以传感器等为核心的物联网与以光纤通信、无线技术等为基础的互联网融合发展,构成新的社会化互联基础设施。智能制造将使各类制造业全面升级,不但包括大量智能装备,而且形成智能制造系统网络,工业互联网有效整合全球制造业资源,构成一个全球制造、全球消费,随时制造、随时消费的制造生态系统,致使生产和管理方式、生产效率、个性化特征、质量保证、绿色生产程度都将发生惊人变化。智能能源网连接全球数以亿计的能源设施组件互动运转,实现能源的分布生产与共享,重构能源的生产与消费方式。智能交通网成为融合汽车、通信、交通和物联网四大领域的跨界基础设施,人们的出行与物流更便捷、高效、安全、绿色。智能化医疗不但大幅度提高疾病防治与健康保障水平,而且极大改善农村边远地区医疗落后状况,促进医疗公平和全民健康;智能化教育、金融、文化娱乐等社会服务将使现有现代服务业水平大幅提升。众多传统产业将受益于智能化而转型升级,焕发生机,一大批新兴产业必将应运而生。智能化时代的实体经济仍是经济的基石和支柱。

其四,智能革命将催化发展模式的深刻变革。融合发展开拓未来新疆域。颠覆式的商业创新将出现于物联网、云计算、大数据、人工智能与传统行业的深度融合处。谷歌、脸书等国际巨头加速展开了战略重构,以期在打造跨界融合能力中形成新的竞争优势。融合不仅是科技和产业的融合,

更多是创新和社会体系的融合。数据成为融合各类生产要素的核心载体。万物在互联互通中创造新的智能,实体世界与虚拟世界的融合开辟了人类感知世界的新空间。跨领域的平台企业成为价值创造和资源聚集的“产业公地”。

共享经济创造增长新空间。继摩尔定律后,基尔德定律、迈特卡夫定律主导着信息网络的发展——主干网带宽的增长速度至少是运算性能增长速度的三倍,网络的价值与网络使用者数量的平方成正比。照此定律,越来越多商品和服务的边际生产与销售成本趋近于零,越来越多的商品和服务的生产与销售通过互助方式共创共享,市场交易模式将被共享模式取代。有人预计,到2050年全球将有超过80%的企业依赖各类平台生存。平台型企业占据全球价值链高端,对下游垂直型企业形成强大的整合能力。从国家和区域的角度来看,智能经济体将掌控社会和经济系统运行的主导权,成为全球化的主导力量。

其五,智能革命必然带来社会新变革。历史上任何科技革命,最终都推动着人类社会的大变革,促进人类文明的大进步,引起社会形态和结构的大变化。机械化替代、增强、延伸了人类体力劳动,信息化大大增强、替代并延伸了人类的感知力和简单脑力,而智能化在此基础上更进一步增强了人的智力。毋庸置疑,工业化、信息化都促进了劳动方式的转变和劳动力结构的变革,智能革命引发的产业结构、生产方式的变革,必然带来社会组织结构的变革。社会组织结构、生产体系将由金字塔型向网络型、扁平化转变。大企业与中小企业乃至个体的相互联系将重塑制造业形态,使就业结构更加丰富、灵活。更多劳动者将从体力劳动、一般性的简单脑力劳动中解脱出来,转入新的服务业、创意创新产业。但是,智能系统、“机器人”不会抢去人的饭碗,造成大量失业,而是使人类的劳动更轻松舒适、充满乐趣,促使提高全民文化科学素质,提升生活质量和幸福指数。社交平台的异军突起,迅速网罗了数以亿计的庞大人群,成为不可忽视的跨国家疆界的新力量。虚拟社区向实体化发展,强大的小众群体拥有了更多的话语权,对传统阶层与权威形成挑战,使自由与秩序的矛盾更加突出。创意、创造与创新将在人类社会活动中发挥主导作用,终身学习将成为公众的基本需求,劳动者知识化将成为主流,社会文明程度将大幅提升。

智能革命必将催生新的军事革命,战斗力构成、作战样式、装备和平台等都将在变革中实现质的跃升,成为捍卫国家安全的新的杀手锏和战略制高点。国际治理的多极化、碎片化加剧;标准许可、规则认同、数据干预的非政府治理手段将广泛运用;掌握标准、规则和数据国际性组织将发挥更重要作用。

任何新科技都是双刃剑,智能化在促进社会安全的同时,也会被利用成为违法犯罪的手段,因此要统筹布局加强智能化安全的防范。要通过科学普及消除人们对于“智能机器”会控制人类的恐惧,使公众坚信人的创造力和理性是智能机器永远不可取代的,人类有智慧控制人工智能技术、使其造福人类,人永远是世界的主人。当然,对人工智能可能带来的社会伦理、法律等问题,要及早研究应对。

未来二十年将是智能化迅猛发展、智能社会加快形成的关键时期。智能社会的到来无疑将形成企业、国家竞争新的分水岭,围绕抢占制高点竞争的大幕已在跨国企业和各主要国家之间全面拉开。历史上,我国曾几次与科技和产业革命失之交臂。此轮智能革命为我国开启了一个难得的跨越发展窗口期。总体判断,目前我国人工智能科技发展水平几乎与世界科技强国同步,具备了很好的创新发展基础。一是我国初步形成了从事人工智能研究与开发的宏大人才队伍;建立了若干研发平台基地和基础设施;发表相关论文数量和申请专利数量及众多成果水平均处在世界先进行列。

二是我国人工智能的广泛应用已有良好开端；智能制造、智能交通、智慧能源网、智慧城市、机器人等取得可喜进展；创新型企业活跃，新产业和新业态蓬勃成长。三是我国具有智能化应用的巨大市场和广阔社会空间；智能革命恰好与我国发展方式转型升级高度契合，“互联网+”“中国制造2025”“宽带中国”“健康中国”等创新发展战略都为智能化提供了强大驱动力和广阔的应用平台，无论从产业形态还是发展走向来看，都朝着有利于我国释放综合优势的方向发展。四是鉴于智能化是一个大系统工程，我国的政治制度和市场经济的体制优势将在智能科技创新和智能社会建设上充分显现，可转变成后发优势，以智能化引领工业化和信息化，加快缩小与发达国家的差距。

令人振奋的是，国家制定了人工智能创新发展战略。这一顶层战略设计更需要高效的组织实施机制来支撑。实施机制应遵循智能化的内在规律，充分发挥其开放性、关联性、带动性强的特点。首先，科技计划应突出大的开放包容性，与其他重点研究计划交互融合，把智能化基因植入现有相关研究，驱动多方位突破，引领支撑并带动整体创新水平提升。其次，注重研究开发与应用的有机衔接，沿着创新链从高端到低端优化布局，将目标导向与应用牵引紧密结合，特别是要发挥行业、企业在研发中的主体作用，发挥创新创业孵化平台的作用，成为官产学研结合的典范，缩短转化周期。再次，注重军民融合创新发展。智能科技是最适于军民融合的领域，我国正处在军事变革的关键时期，智能化必然为先进战斗力的形成和加速国防现代化提供弯道超车的新途径。要善于利用军事成果易于居高临下向民用扩散的特性，带动各领域的智能化，形成创新资源高效利用、众创与集成创新相互促进的良好机制。最后，也是最重要的是，智能科技创新是最富有创造性的活动，人才至为关键。必须创造世界一流的创新环境，打造一流研发平台，吸引凝聚天下英才，激励人才创新激情迸发，形成竞相创新和协调攻关机制。

智能革命将与全球化浪潮的演变和我国发展振兴的机遇期迭加，为中华民族的历史复兴提供前所未有的机遇。这是我国迈入创新型国家的新通道，更是向世界科技强国进军的新高地。历史上，英国借第一次工业革命兴起为世界强国时的人口约一千万，美国在第二次工业革命崛起为强国时的人口在一亿左右。抓住此次智能革命机遇，乘智能化浪潮的大势，弯道超车，重点跨越，把拥有十几亿人口的大国带入智能社会，是实现中国梦的关键战略步骤，是人类发展进程中具有空前历史意义的伟大工程！

2015年以来，中国科协组织了近300位院士及专家针对智能化大趋势开展了研判工作，从科学、技术、产业等维度对事关我国发展大局的信息、材料、能源、制造、生活五大领域的创新力进行了初步评估。本书是这些专家、学者集体智慧的结晶，它表明了我国在智能科技研发和应用的良好基础，显示了我国推动智能革命的能量积蓄。这是一部寓战略实践与科普为一体的读物，力求全面解读国家人工智能专项战略，希望能对科技、产业界和社会公众认识智能化发展有所启迪，以振奋科技界乃至全社会对中国同步开展智能革命的信心。

是为序。



中国科协党组书记、常务副主席、书记处第一书记

2017年3月29日

CONTENTS

目录

	第一部分 面向智能社会的国家创新力定性评估	1
一	创新力定性评估概述	3
	（一）创新力定性评估的基本方法	3
	（二）创新力定性评估的重点领域	4
二	创新力定性评估结论	5
	（一）创新水平	5
	（二）创新潜力	8
	（三）创新生态	12
	（四）创新力	12
	（五）综合评估结论	16
三	信息技术领域创新力定性评估	18
	（一）网络与通信	18
	（二）大数据与人工智能	22
	（三）新型计算与存储	25
	（四）微电子与光电子器件	30
	（五）量子信息	33
	（六）人机交互技术	37
四	智能材料领域创新力定性评估	42
	（一）智能超构材料	42
	（二）超导智能材料	45
	（三）智能控释材料	49
	（四）智能仿生材料	52
	（五）智能金属材料	56
	（六）智能陶瓷材料	59
	（七）智能有机高分子材料	62
	（八）智能复合材料	65

(九) 智能流变体	69
五 智能能源领域创新力定性评估	73
(一) 能源获取	73
(二) 能源转换	77
(三) 能源存储	81
(四) 能源输送	85
(五) 能源使用	88
(六) 能源回收与集成	92
六 智能制造领域创新力定性评估	97
(一) 流变成形制造	97
(二) 切削加工制造	101
(三) 智能设计	104
(四) 仿生制造	107
(五) 微电子制造	111
(六) 智能装备与系统制造	114
七 智能生活领域创新力定性评估	119
(一) 服务机器人	119
(二) 智能交通系统	123
(三) 智能健康系统	127
(四) 泛在安防	131
第二部分 面向智能社会的国家创新力定量评估	137
一 创新力定量评估概述	139
(一) 创新力定量评估的基本方法	139
(二) 创新力定量评估的部分指标含义及计算方法	140
(三) 创新力定量评估的重点方向	142
二 创新力定量评估结论	143
(一) 科学产出贡献率和学科相对强度	143
(二) 技术产出贡献率和技术创新相对活跃性	153
(三) 主要国家论文和专利产出倾向性的比较	157
(四) 创新力总体表现及国际地位比较	160
三 信息技术领域创新力定量评估	175
(一) 第四/五代移动通信技术(4G/5G)	175
(二) 大数据与人工智能	189
(三) 新型计算与存储技术	202
(四) 量子信息	216
(五) 人机交互技术	229

四 智能材料领域创新力定量评估	244
(一) 超构材料	244
(二) 低维材料	258
(三) 超导材料	274
(四) 智能控释材料	288
(五) 智能可穿戴材料与器件	302
(六) 智能仿生材料	315
(七) 智能金属材料	329
(八) 智能陶瓷	342
(九) 智能高分子材料	355
(十) 智能复合材料	367
(十一) 智能流变体材料	379
五 智能能源领域创新力定量评估	393
(一) 能源转换方向	393
(二) 能源存储方向	406
(三) 新能源(分布式能源和接入技术)	420
(四) 智能电网	434
六 智能制造领域创新力定量评估	449
(一) 微纳制造	449
(二) 增材制造	464
(三) 合成生物学	477
七 智能生活领域创新力定量评估	492
(一) 服务机器人	492
(二) 智能交通系统	505
(三) 无人驾驶交通工具	519
(四) 智能健康系统	533
附录 1 20 个方向 Top20 国家/地区的创新力	548
附录 2 27 个方向 Top20 国家/地区的科学创新力	553
附录 3 20 个方向 Top20 国家/地区的技术创新力	560
  第三部分 面向智能社会的若干产业创新力评估	565
一 大数据产业	567
(一) 全球大数据产业生态	567
(二) 中国大数据产业生态	570
二 第五代移动通信技术产业	573
(一) 全球 5G 产业生态	574
(二) 中国 5G 产业生态	575