

高等学校信息技术类新方向新动能新形态系列规划教材

教育部高等学校计算机类专业教学指导委员会 - Arm 中国产学合作项目成果

Arm 中国教育计划官方指定教材

arm 中国



AI 与区块链智能

刘志毅 / 编著



中国工信出版集团



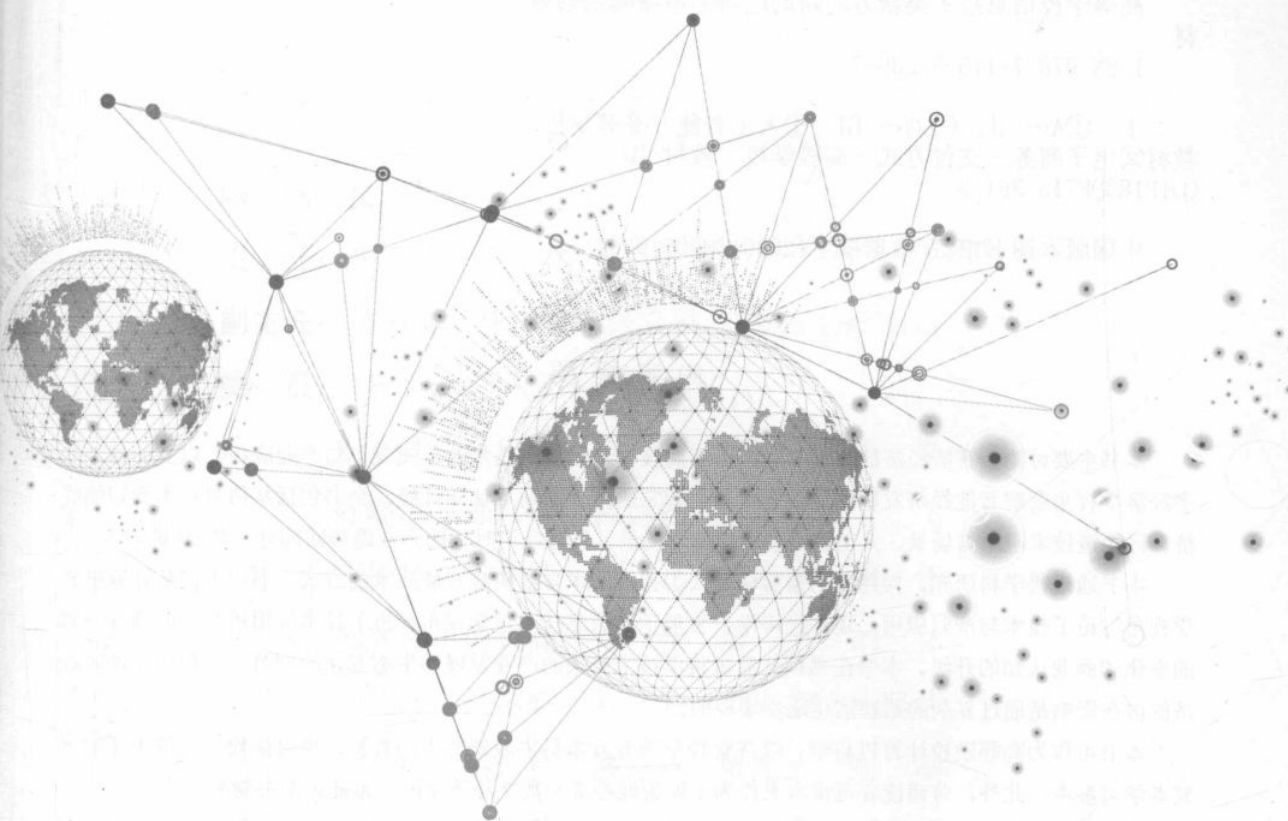
人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

高等学校信息技术类新方向新动能新形态系列规划教材

教育部高等学校计算机类专业教学指导委员会 - Arm 中国产学合作项目成果

Arm 中国教育计划官方指定教材

arm 中国



AI 与区块链智能

刘志毅 / 编著

人民邮电出版社

北京

图书在版编目(CIP)数据

AI与区块链智能 / 刘志毅编著. — 北京: 人民邮电出版社, 2020.4
高等学校信息技术类新方向新动能新形态系列规划教材

ISBN 978-7-115-53236-7

I. ①A… II. ①刘… III. ①人工智能—高等学校—教材②电子商务—支付方式—高等学校—教材 IV. ①TP18②F713.361.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2020)第005392号

内 容 提 要

本书主要讨论在智能经济的浪潮下,人工智能技术与区块链技术的范式变革与产业应用,以及如何从数字经济视角理解智能经济发展的商业逻辑变化和它所带来的商业认知升级。全书包括从信息技术到智能经济、区块链技术应用与场景、人工智能技术应用与场景、智能经济时代的商业趋势四部分,共20讲内容。

本书通过跨学科研究,构建了一整套认知人工智能技术与区块链智能技术的方式。书中不仅从计算机科学视角讨论了技术与产业应用,还从经济学、管理学和信息技术哲学视角分析了技术应用所带来的商业逻辑的变化和商业认知的升级。本书在强调计算机科学技术带来的产业发展和生态变化的同时,还指出技术对经济的内在影响是通过复杂的系统演化逐步实现的。

本书可作为高等院校计算机科学、经济管理学等专业本科生或研究生的教材,也可供数字经济领域的研究者学习参考。此外,普通读者可将本书作为了解智能经济和数字经济学的一本通识类书籍来阅读。

-
- ◆ 编 著 刘志毅
责任编辑 祝智敏
责任印制 王 郁 陈 彝
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号
邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
涿州市京南印刷厂印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 12 2020年4月第1版
字数: 290千字 2020年4月河北第1次印刷
-

定价: 45.00元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316

反盗版热线: (010)81055315

广告经营许可证: 京东工商广登字 20170147号

编委会

顾 问：吴雄昂

主 任：焦李成 桂小林

副主任：马殿富 陈 炜 张立科 Khaled Benkrid

委 员：（按照姓氏拼音排序）

安 晖 白忠建 毕 盛 毕晓君 陈 微
陈晓凌 陈彦辉 戴思俊 戴志涛 丁 飞
窦加林 方勇纯 方 元 高小鹏 耿 伟
郝兴伟 何兴高 季 秋 廖 勇 刘宝林
刘儿兀 刘绍辉 刘 雯 刘志毅 马坚伟
孟 桥 莫宏伟 漆桂林 卿来云 沈 刚
涂 刚 王梦馨 王 睿 王万森 王宜怀
王蕴红 王祝萍 吴 强 吴振宇 肖丙刚
肖 堃 徐立芳 阎 波 杨剑锋 杨茂林
袁超伟 岳亚伟 曾 斌 曾喻江 张登银
赵 黎 周剑扬 周立新 朱大勇 朱 健

秘书长：祝智敏

序

拥抱亿万智能互联未来

在生命刚刚起源的时候，一些最最古老的生物就已经拥有了感知外部世界的 ability。例如，很多原生单细胞生物能够感受周围的化学物质，对葡萄糖等分子有趋化行为；并且很多单细胞原生生物还能够感知周围的光线。然而，在生物开始形成大脑之前，这种对外部世界的感知更像是一种“反射”。随着生物的大脑在漫长的进化过程中不断发展，或者说直到人类出现，各种感知才真正变得“智能”，通过感知收集的关于外部世界的信息开始通过大脑的分析作用于生物本身的生存和发展。简而言之，是大脑让感知变得真正有意义。

这是自然进化的规律和结果。有幸的是，我们正在见证一场类似的技术变革。

过去十年，物联网技术和应用得到了突飞猛进的发展，物联网技术也被普遍认为将是下一个给人类生活带来颠覆性变革的技术。物联网设备通常都具有通过各种不同类别的传感器收集数据的能力，就好像赋予了各种机器类似生命感知的能力，由此促成了整个世界数据化的实现。而伴随着 5G 技术的成熟和即将到来的商业化，物联网设备所收集的数据也将拥有一个全新的、高速的传输渠道。但是，就像生物的感知在没有大脑时只是一种“反射”一样，这些没有经过任何处理的数据的收集和传输并不能带来真正进化意义上的突变，甚至非常可能在物联网设备数量以几何级数增长的情况下，由于巨量数据传输造成 5G 等传输网络的拥堵甚至瘫痪。

如何应对这个挑战？如何赋予物联网设备所具备的感知能力以“智能”？我们的答案是：人工智能技术。

人工智能技术并不是一个新生事物，它在最近几年引起全球性关注并得到飞速发展的主要原因，在于它的三个基本要素（算法、数据、算力）的迅猛发展，其中又以数据和算力的发展尤为重要。物联网技术和应用的蓬勃发展使得数据累计的难度越来越低；而芯片算力的不断提升使得过去只能通过云计算才能完成的人工智能运算现在已经可以下沉到最普通的设备之上完成。这使得在端侧实现人工智能功能的难度和成本都得以大幅降低，从而让物联网设备拥有“智能”的感知能力变得真正可行。

物联网技术为机器带来了感知能力，而人工智能则通过计算算力为机器带来了决策能力。二者的结合，正如感知和大脑对自然生命进化所起到的必然性决定作用，其趋势将无可阻挡，并且必将为人类生活带来



巨大变革。

未来十五年，或许是这场变革最关键的阶段。业界预测到 2035 年，将有超过一万亿个智能设备实现互联。这一万亿个智能互联设备将具有极大的多样性，它们共同构成了一个极端多样化的计算世界。而能够支撑起这样一个数量庞大、极端多样化的智能物联网世界的技术基础，就是 Arm。正是在这样的背景下，Arm 中国立足中国，依托全球最大的 Arm 技术生态，全力打造先进的人工智能物联网技术和解决方案，立志成为中国智能科技生态的领航者。

亿万智能互联最终还是需要通过人来实现，具备人工智能物联网 AIoT 相关知识的人才，在今后将会有更广阔的发展前景。如何为中国培养这样的人才，解决目前人才短缺的问题，也正是我们一直关心的。通过和专业人士的沟通发现，教材是解决问题的突破口，一套高质量体系化的教材，将起到事半功倍的效果，能让更多的人成长为智能互联领域的人才。此次，在教育部计算机类专业教学指导委员会的指导下，Arm 中国能联合人民邮电出版社一起来打造这套智能互联丛书—高等学校信息技术类新方向新动能新形态系列规划教材，感到非常的荣幸。我们期望借此宝贵机会，和广大读者分享我们在 AIoT 领域的一些收获、心得以及发现的问题；同时渗透并融合中国智能类专业的人才培养要求，既反映当前最新技术成果，又体现产学合作新成效。希望这套丛书能够帮助读者解决在学习和工作中遇到的困难，能够提供更多的启发和帮助，为读者的成功添砖加瓦。

荀子曾经说过，“不积跬步，无以至千里。”这套丛书可能只是帮助读者在学习中跨出一小步，但是我们期待着各位读者能在此基础上励志前行，找到自己的成功之路。

安谋科技（中国）有限公司执行董事长兼 CEO 吴雄昂

2019 年 5 月

序

— —

人工智能是引领未来发展的战略性技术，是新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力量，将深刻地改变人类社会生活、改变世界。促进人工智能和实体经济的深度融合，构建数据驱动、人机协同、跨界融合、共创分享的智能经济形态，更是推动质量变革、效率变革、动力变革的重要途径。

近几年来，我国人工智能新技术、新产品、新业态持续涌现，与农业、制造业、服务业等各行业的融合步伐明显加快，在技术创新、应用推广、产业发展等方面成效初显。但是，我国人工智能专业人才储备严重不足，人工智能人才缺口大，结构性矛盾突出，具有国际化视野、专业学科背景、产学研用能力贯通的领军性人才、基础科研人才、应用人才极其匮乏。为此，2018年4月，教育部印发了《高等学校人工智能创新行动计划》，旨在引导高校瞄准世界科技前沿，强化基础研究，实现前瞻性基础研究和引领性原创成果的重大突破，进一步提升高校人工智能领域科技创新、人才培养和服务国家需求的能力。由人民邮电出版社和 Arm 公司联合推出的“高等学校信息技术类新方向新动能新形态系列规划教材”旨在贯彻落实《高等学校人工智能创新行动计划》，以加快我国人工智能领域科技成果及产业进展向教育教学转化为目标，不断完善我国人工智能领域人才培养体系和人工智能教材建设体系。

“高等学校信息技术类新方向新动能新形态系列规划教材”包含 AI 和 AIoT 两大核心模块。其中，AI 模块涉及人工智能导论、脑科学导论、大数据导论、计算智能、自然语言处理、计算机视觉、机器学习、深度学习、知识图谱、GPU 编程、智能机器人等人工智能基础理论和核心技术；AIoT 模块涉及物联网概论、嵌入式系统导论、物联网通信技术、RFID 原理及应用、窄带物联网原理及应用、工业物联网技术、智慧交通信息服务系统、智能家居设计、智能嵌入式系统开发、物联网智能控制、物联网信息安全与隐私保护等智能互联应用技术。

综合来看，“高等学校信息技术类新方向新动能新形态系列规划教材”具有三方面突出亮点。

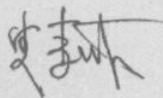
第一，编写团队和编写过程充分体现了教育部深入推进产学研合作协同育人项目的思想，既反映最新技术成果，又体现产学研合作成果。在贯彻国家人工智能发展战略要求的基础上，以“共搭平台、共建团队、整体策划、共筑资源、生态优化”的全新模式，打造人工智能专业建设和人工智能人才培养系列出版物。知名半导体知识产权（IP）提供商 Arm 公司在教材编写方面给予了全面支持，丛书主要编委来自清华大学、北京大学、北京航空航天大学、北京邮电大学、南开大学、哈尔滨工业大学、同济大学、武汉大学、西安交通大学、西安电子科技大学、南京大学、南京邮电大学、厦门大学等众多国内知名高校人工智能教育领域。

从结果来看，“高等学校信息技术类新方向新动能新形态系列规划教材”的编写紧密结合了教育部关于高等教育“新工科”建设方针和推进产学研合作协同育人思想，将人工智能、物联网、嵌入式、计算机等专业的人才培养要求融入了教材内容和教学过程。

第二，以产业和技术发展的最新需求推动高校人才培养改革，将人工智能基础理论与产业界最新实践融为一体。众所周知，Arm 公司作为全球最核心、最重要的半导体知识产权提供商，其产品广泛应用于移动通信、移动办公、智能传感、穿戴式设备、物联网，以及数据中心、大数据管理、云计算、人工智能等各个领域，相关市场占有率在全世界范围内达到 90% 以上。Arm 技术被合作伙伴广泛应用在芯片、模块模组、软件解决方案、整机制造、应用开发和云服务等人造智能产业生态的各个领域，为教材编写注入了教育领域的研究成果和行业标杆企业的宝贵经验。同时，作为 Arm 中国协同育人项目的重要成果之一，“高等学校信息技术类新方向新动能新形态系列规划教材”的推出，将高等教育机构与丰富的 Arm 产品联系起来，通过将 Arm 技术用于教育领域，为教育工作者、学生和研究人员提供教学资料、硬件平台、软件开发工具、IP 和资源，未来有望基于本套丛书，实现人工智能相关领域的课程及教材体系化建设。

第三，教学模式和学习形式丰富。“高等学校信息技术类新方向新动能新形态系列规划教材”提供丰富的线上线下教学资源，更适应现代教学需求，学生和读者可以通过扫描二维码或登录资源平台的方式获得教学辅助资料，进行书网互动、移动学习、翻转课堂学习等。同时，“高等学校信息技术类新方向新动能新形态系列规划教材”配套提供了多媒体课件、源代码、教学大纲、电子教案、实验实训等教学辅助资源，便于教师教学和学生学习，辅助提升教学效果。

希望“高等学校信息技术类新方向新动能新形态系列规划教材”的出版能够加快人工智能领域科技成果和资源向教育教学转化，推动人工智能重要方向的教材体系和在线课程建设，特别是人工智能导论、机器学习、计算智能、计算机视觉、知识工程、自然语言处理、人工智能产业应用等主干课程的建设。希望基于“高等学校信息技术类新方向新动能新形态系列规划教材”的编写和出版，能够加速建设一批具有国际一流水平的本科生、研究生教材和国家级精品在线课程，并将人工智能纳入大学计算机基础教学内容，为我国人工智能产业发展打造多层次的创新人才队伍。



教育部人工智能科技创新专家组专家
教育部科技委学部委员
IEEE/IET/CAAI Fellow
中国人工智能学会副理事长

熊李成
2019年6月

前言

进入 21 世纪以来，随着人工智能、大数据、区块链、云计算等技术的发展，智能经济逐渐成为全球科技创新最重要的领域。在众多的技术概念中，影响最为深远且受关注度最高的当属人工智能技术与区块链智能技术（以下简称区块链技术），前者定义了整个智能经济发展的基本技术范式，后者则逐渐成为“下一代互联网”技术的重要代表之一。考虑到我国现阶段正在借助智能化和信息化技术进行经济发展的新旧动能转换，我们可以认为掌握智能经济领域的上述两种技术范式的基本概念和应用是智能时代科技人才的基本素养之一，也是理解智能时代科技创新和产业变革的重要前提。因此，我编写了《AI 与区块链智能》这本书。

有别于传统教科书的编写方式，我在编写本书时通过跨学科研究和以具体技术实践案例为主的方式，为读者梳理了相应技术的发展思路和应用趋势。全书分为四个部分共 20 讲，每 1 讲都针对一个特定的主题进行讨论，力求系统而又深刻地帮助读者了解人工智能技术与区块链技术的影响和应用场景；四个部分也比较完整地分别从技术、应用和商业逻辑等多个层面对人工智能技术与区块链技术进行了讨论与分析，为读者梳理出了系统性的知识体系。

第一部分“从信息技术到智能经济”主要讨论了在智能经济时代的大背景下，人工智能技术与区块链技术是如何发展起来的，尤其是区块链技术的原理、演化以及如何与人工智能技术进行融合。第 1 讲内容从信息技术的哲学视角帮助读者建立了理解信息技术的基本框架。后面 4 讲内容则讲解了区块链技术的基本原理与概念，以及区块链技术与人工智能技术之间的关系，帮助读者建立对这两种技术相互关系的基本认知框架。

第二部分“区块链技术应用与场景”重点讨论了区块链技术在金融与非金融领域的应用。由于区块链技术与金融行业的发展密切相关，因此，第二部分专门讨论了其在支付清算、供应链金融以及资产数字化等方面的应用。值得注意的是，我之所以在这里采用“区块链智能”的概念，是因为区块链技术正在从一种主要应用于金融领域的创新技术转变为能够应用于实体经济和智能经济等各个领域的创新技术，“区块链智能”可以反映我们对区块链技术发展的内在逻辑的认知。因此，书中关于区块链技术的应用案例涉及金融科技、数字版权、物联网等多个领域，充分反映了区块链技术的“智能”属性，也反映了区块链技术正在逐渐进行“脱虚向实”的转变。

第三部分“人工智能技术应用与场景”讲述了人工智能技术的基本概念、发展历史、前沿算法和产业生态，力求帮助读者建立起对人工智能技术发展的系统化认知。在这一部分中专门用一讲内容讨论了人工智能芯片行业的发展，这不仅是因为芯片是人工智能技术可能实现突破性发展的最受关注的领域，也是因为人工智能芯片行业代表了整个智能经济发展的基本技术能力，

其是信息技术创新和发展最重要的领域。这一部分的最后两讲具体讨论了人工智能在各个领域的应用，包括医疗、金融、机器人、智能制造等。丰富的应用领域恰好反映了我们对智能化技术的重要性的认知：人工智能技术推动了数字经济向智能经济发展。

第四部分“智能经济时代的商业趋势”从商业组织的变革以及科技行业的商业变化趋势角度讲解了技术的发展。从智能组织的新范式、智能商业的生态与模式，到下一代共享经济与区块链技术、价值网络的创新以及未来的趋势，都是基于技术和经济互相内嵌并相互影响的逻辑去梳理的。在我们理解新技术和新概念的时候，不能停留在概念表面，而是需要从更加宏观的、系统的、跨界的视角来审视概念背后的经济学逻辑，本书就从经济学的视角分析了智能经济时代最重要的两类技术的发展。作为数字经济学理论的创立者，我将在本书中尽量采用通俗易懂的方式来帮助大家从经济学和计算机理论交叉的视角分析技术的经济学价值和二者之间的内在关联。

以上就是我对全书内容的基本概述。在此，我由衷感谢同济大学人工智能与区块链智能实验室的刘儿兀教授，是刘教授的认可和举荐让我有机会撰写这本具备探索创新价值的人工智能领域的专著；感谢人民邮电出版社的高级策划编辑祝智敏老师，正是祝老师的坚持和专业才使得这本书能够呈现出我们以为的最好的样子；最后感谢 Arm 中国的支持，正是由于 Arm 中国的加入，这样一本专注于讨论前沿技术基本原理和产业实践的专著才能够快速面市。

人工智能技术已经发展了 60 余年，区块链技术也在 10 多年前诞生了。我们正处在智能经济时代发展的开端，因此，我们对知识的态度应该是更加开放包容的，我们对科技创新应该具有更大程度的热情和坚持。本书撰写之时，我国将区块链作为核心技术自主创新的重要突破口，加快推动区块链技术和产业创新发展。本书将作为一本入选高等院校教材体系的探讨区块链技术的专著面世，毫无疑问，我也很欣喜能够看到这样的成果诞生于自己的学术生涯中。作为一名数字经济学者，我非常幸运能够看到智能化技术正在重塑工业时代的经济系统，推动社会发展和经济进步。希望这本书对智能经济时代的发展有所助益，对每个想要理解智能商业的读者都有所帮助，这是我作为一名学者最朴素的愿望。

由于个人能力所限，书中难免有所遗漏，恳请同行专家及读者批评指正。期待未来我们能够共同在智能经济的浪潮中发挥出自己的价值，成为这个时代走在科技创新前沿的“知识分子”。

刘志毅

2019 年 11 月于同济大学

目录

CONTENTS

第一部分 第二部分

从信息技术到智能经济

- 第 1 讲 信息技术与信息技术哲学**3
 - 1.1 信息技术哲学概述3
 - 1.2 技术哲学视角的信息5
 - 1.3 信息技术哲学的意义8
- 第 2 讲 区块链技术原理与演化**11
 - 2.1 区块链技术的原理11
 - 2.2 区块链技术的演化14
 - 2.3 加密经济学的发展17
- 第 3 讲 区块链与分布式账本**21
 - 3.1 分布式账本技术21
 - 3.2 超级账本技术23
 - 3.3 分布式账本技术应用25
- 第 4 讲 区块链与人工智能：智能经济的双螺旋**29
 - 4.1 智能经济的发展逻辑29
 - 4.2 区块链与加密经济学32
 - 4.3 区块链与人工智能的融合33
- 第 5 讲 人工智能技术革命与治理**37
 - 5.1 人工智能技术革命37
 - 5.2 我国人工智能发展39
 - 5.3 人工智能治理机制41

区块链技术应用与场景

- 第 6 讲 区块链技术与金融应用（一）：金融科技概念与应用**47
 - 6.1 金融科技的基本概念47
 - 6.2 金融科技与银行应用48
 - 6.3 金融科技与非银金融52
- 第 7 讲 区块链技术与金融应用（二）：支付清算与增值业务**55
 - 7.1 支付业务的基本逻辑55
 - 7.2 典型案例：蚂蚁金服58
 - 7.3 金融科技与支付清算60
- 第 8 讲 区块链技术与金融应用（三）：供应链金融与资产数字化**63
 - 8.1 供应链金融的模式与分类63
 - 8.2 区块链技术与供应链金融66
 - 8.3 跨境贸易与资产数字化68
- 第 9 讲 区块链技术与非金融应用（一）：数字版权、物联网与网络安全**71
 - 9.1 区块链技术与数字版权71
 - 9.2 区块链技术与物联网73
 - 9.3 区块链技术与网络安全76

**第10讲 区块链技术与非金融应用
(二): 实体经济赋能与
企业转型驱动**.....81

- 10.1 区块链赋能实体经济.....81
- 10.2 区块链驱动企业转型.....83

- 15.1 智能驾驶: 重新定义汽车行业.....129
- 15.2 智能制造: 制造业的智能革命.....131
- 15.3 智能家居: 万物互联的新时代.....134

第三部分

人工智能技术应用与场景

第11讲 人工智能的概念与发展.....89

- 11.1 人工智能的发展简史.....89
- 11.2 人工智能的基本概念.....92
- 11.3 人工智能的发展趋势.....94

**第12讲 人工智能前沿技术与
产业生态**.....99

- 12.1 人工智能前沿技术.....99
- 12.2 人工智能基础算法.....102
- 12.3 人工智能产业生态.....104

第13讲 人工智能芯片行业分析.....109

- 13.1 人工智能芯片的基本概念与关键特征.....110
- 13.2 人工智能芯片的代表厂商和技术特点.....113
- 13.3 人工智能芯片前沿技术与发展趋势.....116

**第14讲 人工智能产业应用(一):
金融、医疗与机器人**.....119

- 14.1 人工智能+金融: 金融科技的产业变革.....119
- 14.2 人工智能+医疗: 人工智能赋能医疗.....121
- 14.3 人工智能+机器人: 智能机器人产业.....125

**第15讲 人工智能产业应用(二):
智能驾驶、智能制造与
智能家居**.....129

第四部分

智能经济时代的商业趋势

第16讲 计算智能与智能组织.....139

- 16.1 大数据时代的浪潮.....139
- 16.2 计算智能的主要模式.....141
- 16.3 智能组织的新范式.....144

**第17讲 智能经济时代的生态
与模式**.....147

- 17.1 智能商业的生态架构.....147
- 17.2 智能商业的核心模式.....149
- 17.3 智能商业的生态战略.....151

第18讲 区块链与共享经济.....155

- 18.1 区块链的商业演化路径.....155
- 18.2 区块链技术的风险控制.....157
- 18.3 区块链与共享经济模式.....160

第19讲 网络化组织的创新.....163

- 19.1 网络化组织模式.....163
- 19.2 价值网络的协同.....165
- 19.3 创新与竞争优势.....168

**第20讲 智能经济时代的趋势
与认知**.....171

- 20.1 智能经济时代的治理与变革.....171
- 20.2 人工智能的认知与边界.....173
- 20.3 网络空间与意义互联网.....176

参考文献.....179

第一部分 从信息技术到 智能经济

本部分的目标是帮助读者梳理概念、理解原理和建立框架。具体来说，主要是从“信息”的角度讨论从信息技术到智能革命的发展逻辑。理解信息技术革命的关键，首先要对基本的定义和概念有深刻的认知，因此，我们在第1讲从信息技术哲学的角度对“信息”的概念进行了探讨。接着对新一代的网络技术——“区块链”的原理、应用和所涉及的加密经济学进行介绍，目前是从技术的本质、技术的原理和技术的经济学思考三个维度来帮助读者认识区块链这一新兴技术。需要强调的是，我们在此更多地是从网络化的信息技术角度来理解区块链的，而不是从金融科技的角度来理解的，因为区块链技术的核心价值就是指明了作为“价值网络”的信息化技术的重要方向。

除此之外，本部分还初步讨论了人工智能技术的概念和人工智能技术与区块链技术的融合方向。我们认为，区块链技术如果想要得到大规模的产业化应用，那就一定要与人工智能进行融合。如果说人工智能是信息技术中最重要的“能源技术”之一，那么区块链技术可能就是下一阶段最重要的“管道技术”之一，只有同时拥有能源和管道，才能真正推动信息网络技术在产业互联网终端获得更加广泛的实践和更加系统的应用。

第1讲 信息技术与信息技术哲学

进入21世纪之后,人工智能、物联网、云计算、大数据、区块链、5G等技术推动着万物互联、万物智能时代的到来,我们的社会正经历着一次技术革命。与以往的技术革命不同的是,这次技术革命改变了人类社会的基本结构和人们的心智模式。无论是已经改变了社会经济运行规则的互联网技术,还是正在蓬勃发展的人工智能、物联网与大数据技术,或者是将要改变社会的区块链、量子计算等技术,都在这次以信息技术为核心的技术革命中改变了人类社会的基本结构,同时也改变了人们对外部世界的认知。因此,我们要理解这些技术的本质和它们对社会经济运行所产生的影响,就必须理解信息技术的概念及其背后的思想,也就是信息技术原理与信息技术哲学。我们在全书的第1讲(即本讲)中,主要就来讨论信息技术哲学的基本范式,以及信息技术哲学的思想对信息技术发展的影响。

从人类文明发展的角度来看,人类在完成工业革命和启蒙运动之后,学会了通过劳动分工和相互协作创造现代文明,进而使得古典主义时代的以自然和神为中心的农业文明转向了以人类自己为中心的工业文明。从农业文明向工业文明转型的过程中,人类不仅进行了生产方式的变革,还以技术为基础对整个社会的制度安排和生产关系进行了改造,重新塑造了政治、经济、文化、法律等体系。我们当下正在经历从工业文明向信息文明的转型,其核心是以数字化、网络化和智能化的技术方式来变革以往的生产方式与生产关系,并颠覆工业文明所塑造的传统的技术观念和思维方式。现代科技虽然已融入我们的日常生活,但是社会的主流思维方式、制度安排以及社会形态还受工业文明的影响。因此,如果说工业文明把人们从自然和神的桎梏中解放了出来,让人们能够从现代化的思考回归到对文明本身的理解,那么,信息文明就是让人们重新认知自我、认识人与自然的关系。技术不仅能改造自然,还能重新定义生命!智能时代,生命的内涵也会因为技术的发展而产生新的变化。从哲学角度来说,信息文明将解构基于工业文明形成的二分法的理念,使得实在与虚在、主体与客体、公共空间与私人空间、人文主义与科学主义、工具理性与价值理性等多个概念重新被定义。我们需要以全新的认知方法和能力去认识外部世界。为此,我们将首先从信息技术哲学角度来讨论信息文明中的“信息”的概念和技术的本质。

1.1 信息技术哲学概述

显而易见,过去三十年间,改变社会最重要的技术是以计算机和互联网为代表的信息技术。“数字经济”“互联网+”“社交网络”等极大地丰富了过去数十年间人们的生产和生活。以我国互联网的发展为例,可以说正是互联网(尤其是移动互联网)的发展深刻地影响和改变了整个社会。对创业创新的关注,也正是在互联网发展的浪潮中被不断地加强的。从宏观角度来说,互联网技术改变了传统经济的生态,数字化和智能化是在网络时代才真正得以逐步普及的。同以往的技术相比,信息技术的奇妙之处在于,它不仅改变了人们生存和物质生活的基本方式,也改变了人们的价值观和精神生活,造就了新时代的思维方式和生活哲学,对未来人类文明和社会发展的趋势具有决定性的影响。因此,研究未来信息社会的发展,应从信息技术范式带来的改变开始。

当信息技术从消费、生产逐渐延伸到个人生活的各个角落时,人们的精神生活发生了改变,理解世界的哲学也就发生了改变。从哲学角度探讨信息技术,就是从根本的世界观和认识论上研究技术:一方面是研究信息技术时代的内在价值观的演变,另一方面是研究信息技术对未来文明改变带来的认识论的影响。由此可知信息技术哲学的研究使命:将信息技术的研究从社会意义和人文影响提升到哲学的高度,用研究哲学的方法论来研究信息技术引发的哲学思考,包括利用本体论、认识论以及分析哲学等对其进行探索,以构建一整套理解信息技术的哲学逻辑。

在研究信息技术哲学之前,我们要树立一个基本认知:特定的时代(或者特定的文明)会产生特定的哲学,特定的哲学包含了这个时代人们对世界的基本认知和价值观。我们身处信息时代,我们要研究的信息技术哲学与传统的哲学有很大的区别,这一区别之所以能存在,不仅是由于传统的哲学理论无法解释信息技术带来的新问题和新思想,还因为信息技术哲学根植于技术本身,其所关注的课题也往往与传统哲学有着很大的差异。信息技术哲学的特质是探讨信息技术带来的已经发生或将要发生的所有关于新世界图景的想象和思考。不同于近代哲学的二元对立和后现代哲学的解构与分析,信息技术哲学在自然与人、技术与人、物质与心灵、实践与认识、理性与情感等之间造就了更为紧密的联系,使这些传统的二元对立趋向于对接,形成主客体、主客观融合度更高的世界。如果说信息技术带来的是实现传统世界从分裂到融合的技术纽带,那么信息技术哲学就继承了这样的特质,将传统哲学中的二元对立在解构之后进行融合,并从技术、制度、思维方式等多个维度对其进行探讨。传统哲学的研究方法是自上而下地探索。信息技术哲学来源于从技术到社会再到思想“涌现”这一过程。这决定了我们研究信息技术哲学的方法论与研究传统哲学有所差异,对研究者的基本素养也有了更高的要求。

我们可以从两个角度对信息技术哲学进行探索:一个是从哲学的角度去看待信息技术范式的演化,另一个是从信息技术范式演化带来的影响这一角度去理解哲学。

前者的方法论是将哲学理论作为分析的工具,对信息技术的本质和价值进行研究,形成与信息技术相关的哲学思考系统,进而建立起一套理解信息技术的“哲学思维”。因此,我们要研究信息技术哲学,就需要有研究哲学的理论知识体系,其中包括但不限于分析哲学和现象学的后现代流派的思想,传统经典哲学主要研究的本体论和认识论,以及社会哲学、生物哲学、数学哲学、人本哲学等。这也是建议做信息技术研究的学者充分涉猎哲学思考的原因所在,唯有如此,我们才能深刻地认识技术的本质和影响。

后者则是从信息技术范式演化的角度来理解它对哲学领域的影响,尤其是对人类社会价值观和时间观的影响,如人工智能技术带来的关于信息伦理的讨论。信息技术对哲学领域的影响主要表现为出现了一系列在传统哲学中没有讨论过的、结合了技术概念的哲学问题,如“赛博空间”“人机共生”“计算机伦理”等话题。

如果说前者是对信息技术哲学的反思,那么后者就是对信息技术哲学的前瞻。通过探讨和反思前瞻的理论,我们才能基于归纳和演绎的基本方法对信息技术哲学进行充分地研究和思考。

在理解信息技术哲学时,我们可以重点运用双重视角研究方法,如我们从本体论视角分析信息技术的实在性特征时,可以理解信息技术构成“虚拟实在”的基本逻辑;我们从现象学的角度分析信息技术时,可以看到传播技术的“在场效应”的发展脉络;我们从伦理学的角度分析信息技术时,可以看到人工智能伦理学中所涉及的关于“机器伦理”的问题……简而言之,双重视角研究方法是信息技术发展的必然产物,也是学术研究过程中实现从抽象到具体、从理论到实践的重要方法。换言之,正是因为信息技术的巨大影响力,信息技术哲学才可能成为未

来最重要的哲学研究方向之一，也应该成为所有研究信息技术的学者都涉猎的研究方向。从这一角度来说，我们从信息技术哲学入手探讨技术范式的变化正好可以切中信息技术研究的要害。信息技术哲学是信息技术范式与哲学互相影响所塑造的新学科，而在对哲学本质进行思考的过程中，信息技术所“隐蔽”的关于人类思想和文明的底层真相才被我们真正地“解蔽”出来，进而得知事物发展背后的本质。

最后，我们将介绍牛津大学哲学与伦理学教授卢西亚诺·弗洛里迪（Luciano Floridi）基于信息技术哲学定义的信息与通信技术相关的概念，主要是信息圈（infosphere）和再本体论化（re-ontologize）这两个概念。信息圈是基于“生物圈”的概念提出来的，它指由所有信息化实体及其属性、互动、处理与相互关系所构成的信息化环境。由于包括线下和模拟的信息空间，因此信息圈是一个远高于网络空间范畴的概念。换言之，信息圈可以理解为信息化本体论的实在或者存在的同义词，即某种具有语义属性的同时又具有本体属性的事物。所谓再本体论化，即通过信息技术从根本上改变原有事物的固有本性的方式，如纳米技术与生物技术能让事物再本体论化。

通过对上述两个概念的理解，我们可以建立一种根本认知，即利用信息技术对信息圈进行再本体论化，可获知信息技术所有问题的根源所在。再本体论化最明显的方式是从模拟信号到数字信号的转换。在工程实施中，通过一系列的信息技术要素，如软件、算法、数据库和协议等，将外部对象纳入信息圈，进而成为信息圈内部的实体与能动者，即可逐渐构成我们所看到的信息空间。换言之，信息技术的应用既是实体世界的再本体论化，又是新世界的创造过程。因此，现实和虚拟之间的界限会逐渐模糊起来，这一点也会成为信息时代最大的特质。

1.2 技术哲学视角的信息

信息技术哲学作为新兴学科从学科属性上与技术哲学和传播学关系最为紧密，因此我们从技术哲学和传播学角度分别来探讨信息技术哲学的内涵和外延。前者决定了信息技术哲学的研究范畴，后者决定了信息技术哲学的内在价值。

首先我们从技术哲学角度来讨论，由于信息技术哲学的重点研究对象是当代信息技术，尤其是互联网、大数据、人工智能、虚拟现实、区块链等，因此我们将技术哲学放在了技术的当代形态中进行研究。也就是说，基于当代技术的主要范式是信息技术，因此技术哲学的当代范式就是信息技术哲学。从托马斯·库恩（Thomas Kuhn）的科学范式理论来说，技术范式的演变推动了哲学范式的演变，正因为信息技术的范式演化导致了技术哲学的范式演化，使得技术哲学有了新的主题和方向。

在这一框架与逻辑下，我们看到技术哲学出现了所谓的“后现代转向”，这种转向不仅使技术哲学拥有了当代哲学的诸多特质，如解构、多元和语义化，而且使得技术哲学将“信息”作为研究的主体，信息的内涵和外延得到了非常大的扩展，因此信息技术哲学汇聚了当代技术哲学转向后的各种内在要素。这里将引用我在以往的研究中关于信息技术哲学的讨论，来大致说明信息技术哲学中“信息”的含义。

我们从本体论、信息论和认识论 3 个维度讨论信息概念演变的过程。

从本体论角度讨论，就是讨论本体自身产生的信息的内涵。从信息论角度讨论，就是从通信科学相关的理论思想进行讨论。从认识论角度讨论，就是讨论信息的认识论转向过程和经验主义哲学在信息概念演变过程中的作用。

（1）首先我们讨论信息的本体论内涵，这是信息在一般意义上的概念。本体论层次的信息