

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究问题提出	15
1.3 研究意义	17
1.4 研究思路	19
1.5 研究目标	22
1.6 研究内容	23
1.7 研究方法	25
1.8 创新点及不足之处	26
第 2 章 理论基础与文献综述	29
2.1 理论基础	29
2.2 基于科学文献工具的分析研究	33
2.3 人工智能相关研究	54
2.4 制造业创新升级相关研究	83
2.5 人工智能与制造业创新升级相关研究	99
2.6 研究述评	103
第 3 章 人工智能赋能制造业创新升级时空演变特征	105
3.1 人工智能+制造业政策演变特征	105
3.2 人工智能产业演变特征	111
3.3 制造业产业演变特征	114
3.4 智能制造产业演变特征	117
第 4 章 人工智能赋能制造业创新升级的测度及时空特征	119
4.1 人工智能测度及时空特征	119
4.2 制造业企业创新效率评价及时空特征	126
4.3 制造业创新升级测度及时空特征	135
4.4 智能制造测度及时空特征	149
第 5 章 理论机制	159
5.1 直接动力机制	159
5.2 间接传导机制	163
5.3 溢出效应	167

5.4 演化机制·····	169
第 6 章 人工智能赋能制造业创新升级的实证检验 ·····	171
6.1 直接动力机制检验·····	171
6.2 间接传导机制检验·····	191
6.3 溢出效应检验·····	199
6.4 演化机制检验·····	210
第 7 章 制造业创新升级实现路径 ·····	220
7.1 政策战略驱动路径·····	220
7.2 产学研深度融合路径·····	222
7.3 全球价值链攀升路径·····	223
7.4 新市场与新业态升级路径·····	227
7.5 区域融合路径·····	228
第 8 章 研究结论与政策建议 ·····	230
8.1 主要研究结论·····	230
8.2 政策建议·····	232
8.3 研究展望·····	236
参考文献 ·····	237

第1章 绪 论

本章主要从研究背景出发，在全面总结政策背景、经济背景、科技背景以及产业发展背景的基础上，凝练研究问题，并就研究的理论意义、现实意义、研究思路、研究目标、研究内容以及研究方法进行全面概述，初步探讨了本书研究的创新点及不足之处。

1.1 研 究 背 景

1.1.1 我国从各个政府层面出台了支持人工智能与制造业融合发展的政策

1. 党的十八大以来召开的党的全国代表大会均支持人工智能与制造业融合发展

2012 年胡锦涛同志在党的十八大报告中提到，“推动战略性新兴产业、先进制造业健康发展，加快传统产业转型升级”^①。中国为了持续不断地为实体经济发展添砖加瓦，相应地发布了更多关于推动实体经济发展的政策条文，其中包含不断促进我国先进制造业健康发展、持续加快传统制造业转型升级进程，坚持走中国特色新型工业化、信息化、城镇化、农业现代化道路，即“四化同步”（图 1.1）。工业化为信息化、城镇化以及农业现代化提供基础设施，并强有力地创造供给；城镇化是工业化的发展阶段，为农业现代化以及信息化创造需求，工业化、城镇化带动和装备农业现代化，同时也是实现“四化同步”的关键与最终目标。

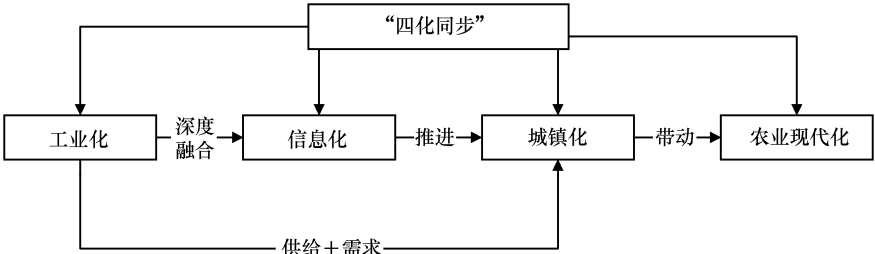


图 1.1 中国新型四个现代化的关系

“四化同步”有利于推动信息化和工业化的深度融合，实现工业化和信息化

^① 《坚定不移沿着中国特色社会主义道路前进 为全面建成小康社会而奋斗——在中国共产党第十八次全国代表大会上的报告》. http://www.npc.gov.cn/c2/c30834/202410/t20241017_440084.html[2012-11-18].

的同步发展，最终确保工业化的基本实现，推动信息化水平大幅度提高，合理布局建设我国制造业基础设施以及基础产业。

2017年，习近平同志在党的十九大报告中提到，“建设现代化经济体系，必须把发展经济的着力点放在实体经济上，把提高供给体系质量作为主攻方向，显著增强我国经济质量优势。加快建设制造强国，加快发展先进制造业，推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合，在中高端消费、创新引领、绿色低碳、共享经济、现代供应链、人力资本服务等领域培育新增长点、形成新动能”^①。实体经济与制造业、人工智能的深度融合有利于显著增强我国的经济质量优势。我国现代化经济体系需要不断深化供给侧结构性改革与提高全要素生产率（total factor productivity, TFP），对经济发展进行全面改革。建设制造强国的进程需要加速发展先进制造，将新一代信息技术赋能制造业，着力加快建设实体经济、科技创新、现代金融、人力资源协同发展的产业体系，着力构建市场机制有效、微观主体有活力、宏观调控有度的经济体制，不断增强我国经济创新力和竞争力（两个着力关系如图 1.2 所示），大力促进人工智能、大数据、互联网和实体经济的深度融合，推动我国产业链转型为全球中高端水平，实现更高质量、更有效率、更加公平、更可持续的发展，完成新时代工业和信息化战线的战略任务。在数字经济时代，智能制造已成为制造业发展的主流趋势。我国企业应当把工业互联网作为深化制造业与信息技术融合、推动智能制造的主攻方向，在产品制造上形成绝

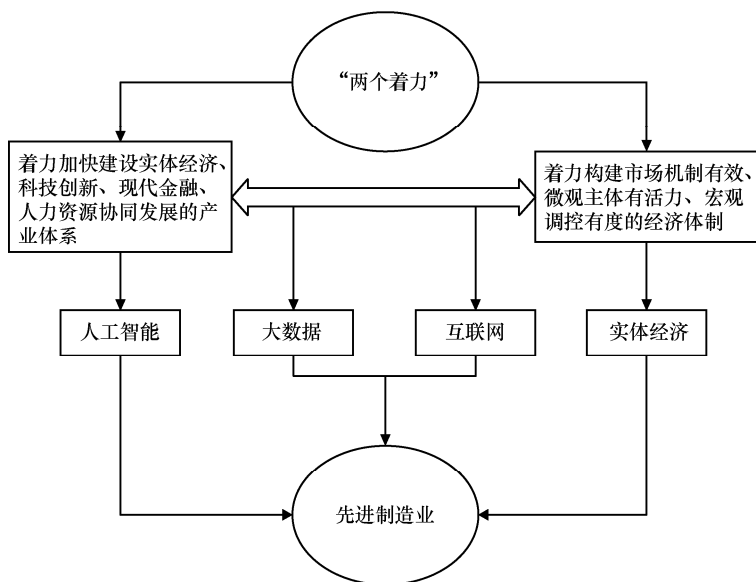


图 1.2 党的十九大报告中提出的两个着力的关系

^① 《习近平：决胜全面建成小康社会 夺取新时代中国特色社会主义伟大胜利——在中国共产党第十九次全国代表大会上的报告》. https://www.gov.cn/zhuanti/2017-10/27/content_5234876.htm[2017-10-27].

对优势，引进先进的智能装备和提升企业的劳动效率是达成目标的关键，需围绕互联网、人工智能、大数据、物联网等新一代信息技术做文章。

2022年，习近平同志在党的二十大报告中提到，“实施产业基础再造工程和重大技术装备攻关工程，支持专精特新企业发展，推动制造业高端化、智能化、绿色化发展”^①。制造业发展需要智能化，需要推动人工智能等新一代信息技术同先进制造业融合。制造业在国民经济发展中起着举足轻重的作用，是立国之本、强国之基，是国家经济命脉所系。我国制造业规模已连续多年保持世界第一，在驱动经济发展、参与国际竞争中发挥着不可替代的主体作用。同时需要构建现代化产业体系，把发展经济的着力点放在实体经济上，促进数字经济和实体经济深度融合，依托人工智能、大数据和云计算等技术，建成现代化经济体系，形成新发展格局，基本实现新型工业化、信息化、城镇化、农业现代化，最终形成智能制造为主体的现代产业体系，如图1.3所示。

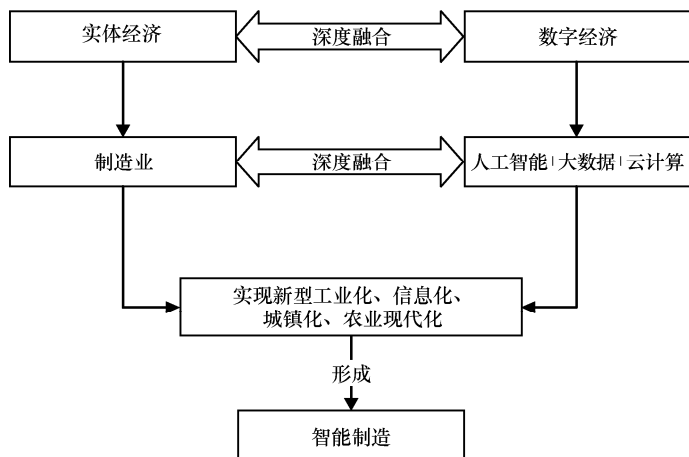


图 1.3 党的二十大报告中提出的制造业发展的理论关系

我国提出一系列发展理念来塑造制造业新发展格局，同时从全局入手制定区域性的重大战略，对重大技术装备攻关和产业基础再造工程持续深化，最终推动我国经济不断增长，实现制造业智能化、高端化和绿色化发展。如今我国制造业规模以及外汇储备稳居世界第一，需要继续巩固制造业产业领先地位，加快补齐短板，推动战略性新兴产业融合集群发展，构建新一代信息技术、人工智能、生物技术、高端装备等一批新的增长引擎。同时构建优质高效的服务业新体系，推动现代服务业同先进制造业融合，打造具有国际竞争力的数字产业集群，推动新型工业化转型进程，加快建设制造强国，推动制造业的智能化发展，打造具备国

^① 《习近平：高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告》. https://www.gov.cn/xinwen/2022-10/25/content_5721685.htm[2022-10-25].

际竞争力的产业集群,政策工具对人工智能与制造业融合发展影响的关系如图 1.4 所示。

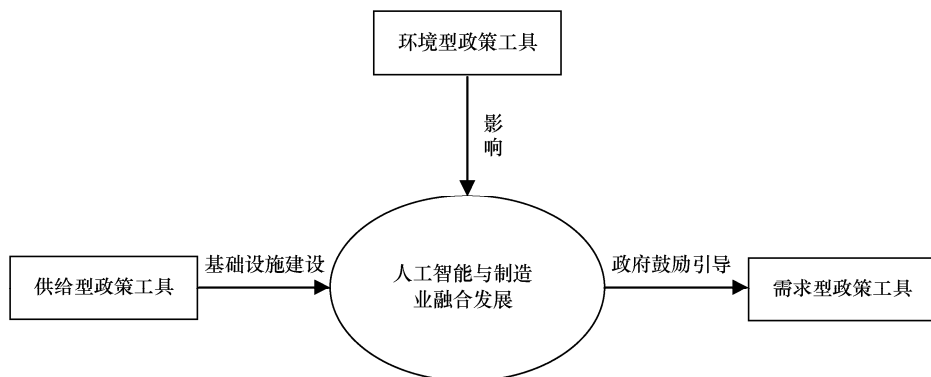


图 1.4 人工智能与制造业融合发展的外部环境关系

2. 《新一代人工智能发展规划》是我国人工智能产业、智能制造产业的指导思想、行动指南与战略指引

2017 年 7 月国务院印发《新一代人工智能发展规划》，人工智能被列入国家战略发展规划，在国内迎来新一轮成长，标志着发展人工智能已然上升到国家战略层面。该规划不仅包括我国人工智能产业发展的战略目标与战术目标，还包括实现的方式、保障措施与保护对策，是面向未来的战略指引，为我国未来 30 年人工智能产业成为全球制高点、发展点、创新点提供了支撑，为我国的智能制造战略、创新驱动发展战略提供了战略支撑；该规划提出了“到 2030 年人工智能理论、技术与应用总体达到世界领先水平”的宏伟目标，同时提出了人工智能技术研发的难点与瓶颈，为人工智能企业、智能制造企业、设计企业注入了创新活力，激发了创新热情，人工智能必然成为未来发展的关键。

首先，《新一代人工智能发展规划》为提高新时代人工智能科学技术创新水平提供了理论依据。该规划制定了三步走战略目标，如图 1.5 所示。

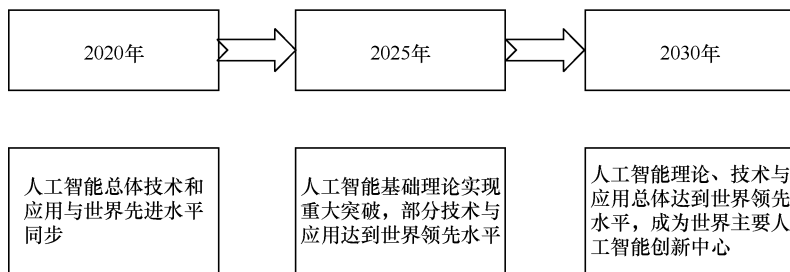


图 1.5 三步走战略目标

第一步，目标规划到 2020 年，该目标已经基本成为现实，我国的人工智能技

术已经在某些领域处于世界先进行列，虽然我国还面临着很多“卡脖子”技术，但人工智能已经成为推动我国经济高质量发展的主要动力之一，在经济高质量发展中处于核心地位，同时为我国人民日益增长的消费需求添砖加瓦，为我国进入创新型国家行列和全面建成小康社会贡献力量；第二步，目标规划到2025年，我国人工智能基础理论实现重大突破，“卡脖子”技术得到极大缓解，成为推动经济发展的主力，尤其是疫情之后，成为生活中必不可少的技术之一，但是仍然面临着很多困难；第三步，目标进一步规划到2030年，理论基础已经基本建立，智能应用达到世界前列，我国也成为智能制造强国，最终实现经济强国和创新型国家领头羊的核心目标。这项战略目标的建立有利于全方位支持我国经济、科技、国家安全以及社会进步。

其次，《新一代人工智能发展规划》提出了现阶段人工智能的技术重点，力求突破应用基础理论瓶颈。人工智能分为运算智能（靠算法、算力取胜）、认知智能（靠语言识别、语言交流取胜）、感知智能（靠理解力取胜）三个阶段，因此目前的技术重点应聚焦于构建以自然语言理解为核心的认知计算模型，建立开放协同的人工智能科技创新体系，从而实现大数据到知识再到决策的思想转变。

再次，《新一代人工智能发展规划》六方面重点任务为智能产业发展指明了方向，具有战略指引力。其内容包括：一是构建开放协同的人工智能科技创新体系，打造技术创新平台，关键是基本理论体系的建立与突破，如何运用高端人才队伍进行技术创新，突破关键核心技术；二是培育高端高效的智能经济，形成智能经济、数字经济，推动智能制造、高端装备制造发展，坚持人工智能产业的研发攻关、产品应用、产业培育，推动制造业创新升级，形成智能化发展方向；三是建设安全便捷的智能社会，利用人工智能技术提高社会治理水平和社会治理能力，推动社会互通、互联、互助等目标的实现；四是加强人工智能领域军民融合，把军用技术向民间转移，利用优秀资源推动国防事业的发展；五是构建泛在安全高效的智能化基础设施体系，推动互联网、大数据、数字经济的创新升级与技术突破；六是前瞻布局新一代人工智能重大科技项目，实现“卡脖子”技术突破，建立关键理论与关键核心技术体系，推动现代化的人工智能产业成为重要的战略产业集群。

最后，《新一代人工智能发展规划》厘清了我国人工智能产业的现状与未来发展。我国庞大的人口基数为人工智能产业发展提供了数据支撑和需求支撑，如何满足我国多样化、个性化需求也是未来人工智能产业发展面临的较大问题。在智能时代初期，我国需要快速发展，与世界接轨，利用我国数据资源、消费者资源、个性化需求资源，设计符合未来发展的人工智能核心技术与核心理论，把我国的需求量大与需求差异化的主要问题转化为人工智能与数字经济发展的优势，为我国跻身创新型国家、智能化社会、智能制造强国和经济强国奠定重要理论与技术

基础。《新一代人工智能发展规划》的总体框架如图 1.6 所示。

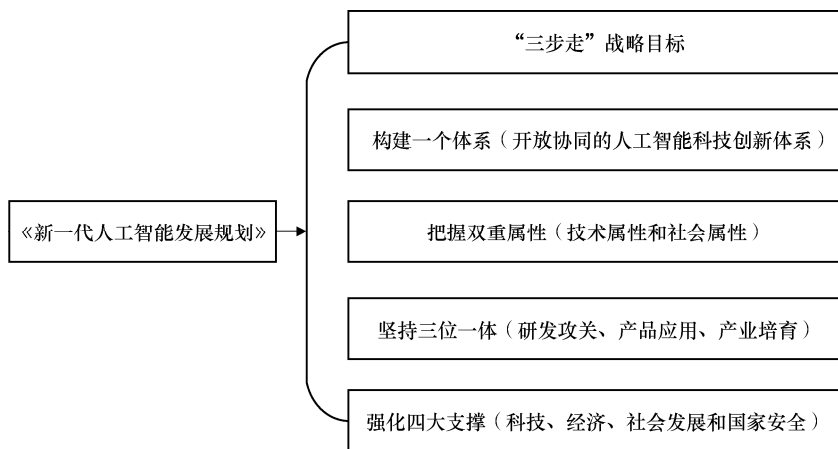


图 1.6 《新一代人工智能发展规划》总体框架

3. 我国《政府工作报告》从各个层面支持人工智能与制造业的融合发展

2019 年《政府工作报告》提出“打造工业互联网平台，拓展‘智能+’，为制造业转型升级赋能”。该报告提出了“智能+”概念，强调要促进新兴产业加快发展，深化大数据、人工智能等研发应用，培育新一代信息技术、高端装备、生物医药、新能源汽车、新材料等新兴产业集群，壮大数字经济。

2020 年《政府工作报告》提出“发展工业互联网，推进智能制造，培育新兴产业集群”。在促进制造业和新兴产业升级方面，我国不断发布支持制造业高质量发展的相关政策，推动工业互联网发展，从而加快智能制造全产业覆盖，推动新兴产业产生集群效应，利用“互联网+”扩大对我国数字经济的带动作用。

2021 年《政府工作报告》提出“推动产业数字化智能化改造，战略性新兴产业保持快速发展势头”。在科技创新方面，要“促进科技创新与实体经济深度融合，更好发挥创新驱动发展作用”，在谈到全面实施乡村振兴战略时，也强调了“推进农业机械化、智能化”。

2022 年《政府工作报告》提出“大力推进智能制造，加快发展先进制造业集群，实施国家战略性新兴产业集群工程”。在谈到加强数字中国建设整体布局时强调要“建设数字信息基础设施，逐步构建全国一体化大数据中心体系，推进 5G 规模化应用，促进产业数字化转型，发展智慧城市、数字乡村。加快发展工业互联网，培育壮大集成电路、人工智能等数字产业，提升关键软硬件技术创新和供给能力”。

2023 年《政府工作报告》提出“加快传统产业和中小企业数字化转型，着力提升高端化、智能化、绿色化水平”，进一步凸显了人工智能与制造业融合的

重要性。在科技创新方面,“一些关键核心技术攻关取得新突破,载人航天、探月探火、深海深地探测、超级计算机、卫星导航、量子信息、核电技术、大飞机制造、人工智能、生物医药等领域创新成果不断涌现。全社会研发经费投入强度从2.1%提高到2.5%以上,科技进步贡献率提高到60%以上,创新支撑发展能力不断增强”。2019~2023年《政府工作报告》涉及人工智能与制造业融合的表述如图1.7所示。

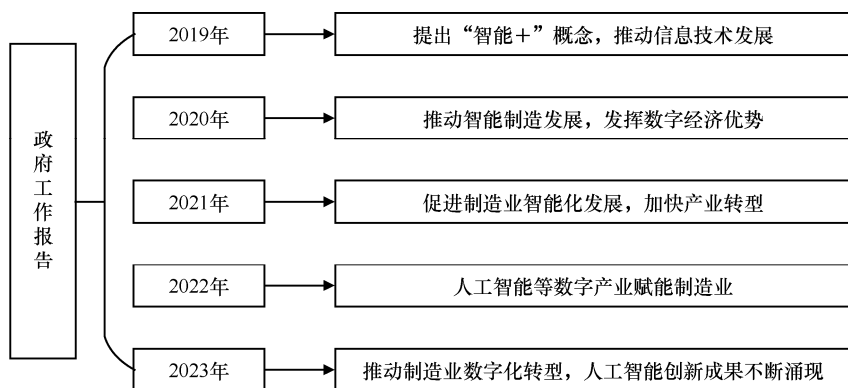


图 1.7 《政府工作报告》关于人工智能与制造业融合的论述

4. 习近平总书记在历次考察中均提出支持人工智能产业发展

2018年习近平在世界人工智能大会的贺信中指出:“中国正致力于实现高质量发展,人工智能发展应用将有力提高经济社会发展智能化水平,有效增强公共服务和城市管理能力。”^①这强调了加快发展人工智能的重大意义。因此,我们应深入思考如何利用人工智能促进我国经济高质量发展、提升社会的智能化水平、增强社会治理能力,通过人工智能技术赋能社会发展,助力我国成为世界先进的治理国家典范,更好地服务经济社会发展大局。2018年习近平总书记在十九届中央政治局第九次集体学习时再次强调了人工智能发展的重要性,强调人工智能是引领这一轮科技革命和产业变革的战略性技术,是新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力量,具有溢出带动性很强的“头雁”效应^②。人工智能的快速发展是“事关我国能否抓住新一轮科技革命和产业变革机遇的战略问题”,是“我们赢得全球科技竞争主动权的重要战略抓手”,是“推动我国科技跨越发展、产业优化升级、生产力整体跃升的重要战略资源”,有利于推动我国经济发展的高质量提升,推动制造业创新升级。

^① 《习近平致2018世界人工智能大会的贺信》. https://zqb.cyol.com/html/2018-09/18/nw.D110000zgqnb_20180918_1-03.htm[2018-09-18].

^② 《习近平主持十九届中共中央政治局第九次集体学习》. <https://www.xuexi.cn/429f88258b2897476c9730c4d81161ce/e43e220633a65f9b6d8b53712cba9caa.html>[2018-10-31].

2021年,习近平总书记在参加十九届中央政治局第三十四次集体学习时提出“要推动数字经济和实体经济融合发展,把握数字化、网络化、智能化方向,推动制造业、服务业、农业等产业数字化,利用互联网新技术对传统产业进行全方位、全链条的改造,提高全要素生产率,发挥数字技术对经济发展的放大、叠加、倍增作用。要推动互联网、大数据、人工智能同产业深度融合,加快培育一批‘专精特新’企业和制造业单项冠军企业”^①。同年,习近平在中国科学院第二十次院士大会、中国工程院第十五次院士大会、中国科协第十次全国代表大会上提出,“加强原创性、引领性科技攻关,坚决打赢关键核心技术攻坚战”“要在事关发展全局和国家安全的基础核心领域,瞄准人工智能、量子信息、集成电路、先进制造、生命健康、脑科学、生物育种、空天科技、深地深海等前沿领域,前瞻部署一批战略性、储备性技术研发项目,瞄准未来科技和产业发展的制高点。要优化财政科技投入,重点投向战略性、关键性领域”“我们扩大科技领域开放合作,主动融入全球科技创新网络,积极参与解决人类面临的重大挑战,努力推动科技创新成果惠及更多国家和人民”^②。

2023年,习近平在第三届“一带一路”国际合作高峰论坛开幕式上提出《全球人工智能治理倡议》^③。《全球人工智能治理倡议》从人工智能的发展、安全和治理三个方面提出人工智能治理的方案,推动人工智能技术造福全人类,是全球人工智能治理历史进程中的重大里程碑。《全球人工智能治理倡议》中提到,全球人工智能技术快速发展,对经济社会发展和人类文明进步产生深远影响,发展人工智能应坚持“以人为本”理念,积极支持以人工智能助力可持续发展^④,明确了人工智能发展的逻辑脉络以及目标指向。不断发展人工智能治理的相关技术开发以及应用,提高人工智能治理的技术能力,进一步推动国际社会有关人工智能治理的路径研判以及方案设计,进而推动全球人工智能治理共识的形成和体系建构。

1.1.2 人工智能和制造业已经成为我国国民经济的支柱产业

1. 人工智能正逐步替代部分人类脑力劳动,在经济社会发展中发挥越来越重要的作用

人工智能是研究开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及

① 《习近平主持中央政治局第三十四次集体学习:把握数字经济发展趋势和规律 推动我国数字经济健康发展》. https://www.gov.cn/xinwen/2021-10/19/content_5643653.htm[2021-10-19].

② 《〈授权发布〉习近平:在中国科学院第二十次院士大会、中国工程院第十五次院士大会、中国科协第十次全国代表大会上的讲话》. http://www.xinhuanet.com/politics/leaders/2021-05/28/c_1127505377.htm[2021-05-28].

③ 《习近平在第三届“一带一路”国际合作高峰论坛开幕式上的主旨演讲(全文)》. <https://news.cctv.com/2023/10/18/ARTI0xE8WparLTyvoNNbpkjs231018.shtml>[2023-10-18].

④ 《全球人工智能治理倡议》. https://www.cac.gov.cn/2023-10/18/c_1699291032884978.htm[2023-10-18].

应用系统的一门新的技术科学。如今人工智能已经成为世界各国竞争的核心要素，人工智能的发展水平已然成为衡量国家核心竞争力的重要因素，其发展将对经济发展和社会进步产生深远影响。

一是人工智能具有渗透性、协同性、替代性和创造性。人工智能可以和经济社会各行业、生产生活各环节融合发展。在人工智能发展的过程中，其越来越多地被用于多种场景，问题解决边界也向实际应用拓展。渗透性特征使得人工智能对经济增长有着广泛性和全局性影响，成为经济社会不可替代的一部分。人工智能的协同性在一定程度上是渗透效应的具体实现，在经济社会各个方面的应用提高了资本、劳动和技术等要素之间的匹配度，加强人工智能上中下游产业生产环节之间的协同，从而提升经济运行效率。在人工智能设备设施和技术研发的持续发展过程中，信息与通信技术（information and communication technology, ICT）价格相对持续下降，人工智能对 ICT 具有替代效应，同时实现对劳动要素的直接替代。随着人工智能替代效应的不断积累，其对其他资本和劳动要素的替代作用逐渐凸显，对经济发展的推动作用也在不断增强。人工智能所具有的创造性能够生产知识，不断丰富扩展人类知识库，最终推动技术进步和经济总量的提高。

二是人工智能可以通过提高生产率促进经济增长。在微观个体方面，人工智能持续释放个体创造力，不断提高劳动生产率；在宏观经济层面，人工智能推动资源配置效率和管理效率的提高，推动创新水平和全要素生产率提升；在中观行业生产方面，人工智能不断提高生产效率，优化行业生产控制和管理决策，有效解决行业生产率低、安全性差、设备利用率低等问题。

三是人工智能对我国经济高质量发展具有积极推动作用。经济社会产业包括核心产业、融合产业以及潜在关联产业这三种类型。核心产业是人工智能这项数字技术所催生的一系列核心配套产业，产品服务覆盖整条产业链各环节，从而推动人工智能产业保持较高速度的增长和基础信息技术产业的壮大，不断强化对我国经济的支撑作用，推动我国经济实现高质量发展。融合产业的赋能效应在于实现数字经济和实体经济的融合发展，把智能技术同行业数据、业务流程、专业知识深度融合。通过提质增效推动经济高质量发展，如图 1.8 为人工智能核心产业和融合产业推动经济高质量发展的作用机理。人工智能同时促进潜在关联产业发展，此外与数字技术无关的产业也能够通过人工智能产业的发展实现增长，在此类活化效应的作用下会辐射越来越多的潜在关联产业，最终推动经济社会高质量发展。

2. 制造业作为实体经济的主体部分，也是现代化经济体系的核心

制造业高质量发展是经济高质量发展的关键，从根本上决定我国未来的综合实力和国际地位。制造业是实体经济的基石，推动制造业的数字化、网络化和智

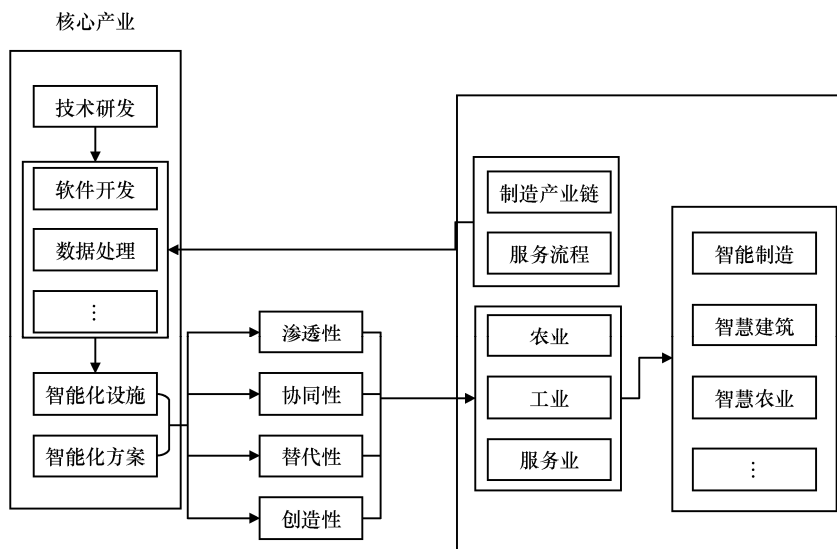


图 1.8 人工智能核心产业和融合产业推动经济高质量发展的作用机理

能化转型需要进行技术创新和产业创新，这也是我国从制造业大国转型为制造业强国的核心要义。目前，我国制造业已经步入工业化后期，是经济高质量发展的关键和动力，自 2010 年以来我国制造业迈入世界第一行列，我国制造业大国的地位十分稳固。例如，图 1.9 为我国制造业占 GDP（gross domestic product，国内生产总值）比重折线图。可以看出，我国制造业占 GDP 比重在 27%~33%，制造业的发展平稳。

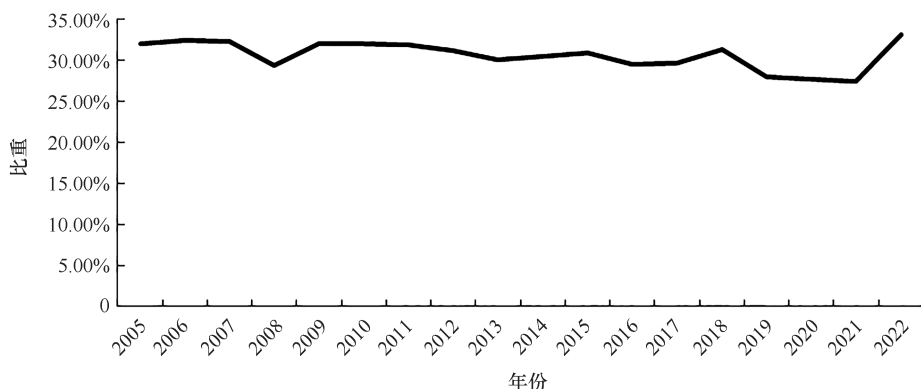


图 1.9 我国制造业占 GDP 比重

我国制造业增加值占 GDP 比重一直稳居全球前列，如图 1.10 所示。但是，我国制造业长期存在大而不强的结构性短板，关键领域仍面临核心技术“卡脖子”困境，我国亟须在基础理论、核心技术、核心元器件以及核心基础工艺等方面不断创新，通过基础研究、基础创新推动中国创造走向世界。