

人工智能+制造业应用落地 研究报告 (2024 年)

创新奇智科技集团股份有限公司
中国信息通信研究院人工智能研究所

2024年12月

前 言

制造业作为国民经济的基石，一直是推动经济增长和技术创新的核心力量。然而随着全球化竞争的加剧和消费者需求的多样化，制造业正面临着成本上升、效率低下和创新能力不足等多重挑战。近年来，人工智能技术的兴起为制造业转型升级提供了强大的动力，其在制造业全流程的落地有助于提升我国制造业的整体竞争力，使其在全球市场中占据更加有利的地位。

自党的十八大以来，我国高度重视制造业与人工智能的融合，正加速制造业与人工智能的融合进程，旨在提升制造业效率、质量和创新能力，促进产业链协同优化，构建开放共享的制造业生态，为经济高质量发展和全球可持续发展贡献力量。

在此背景下，本报告深入剖析当前技术应用的现状，关键技术创新方向，以及行业应用的具体情况，通过制造业具体场景的典型案例分析人工智能如何助力制造业研发设计、生产制造、运营管理和产品服务的全流程智能化升级。在此基础上对制造业人工智能的未来发展趋势进行展望，以期相关政策制定者以及行业从业者提供决策支持，共同助力我国制造业在人工智能时代的转型升级和可持续发展。

目 录

前 言	1
一、人工智能+制造业发展背景	4
(一) 制造业是国民经济重要支柱，发展面临挑战	4
(二) 人工智能赋能制造业具有重要意义	6
(三) 全球主要经济体高度重视制造业人工智能发展	9
(四) 我国积极布局制造业人工智能发展	12
二、人工智能+制造业发展现状	14
(一) 制造业人工智能技术应用情况	15
(二) 制造业人工智能产业结构	17
三、人工智能+制造业关键技术及应用	21
(一) 研发设计环节	21
(二) 生产制造环节	23
(三) 运营管理环节	25
(四) 产品服务环节	27
四、人工智能+制造业应用挑战	29
(一) 研发设计环节数据获取及整合困难	29
(二) 生产制造环节场景复杂安全风险高	30
(三) 运营管理环节组织制度滞后于技术变革	31
(四) 产品服务环节需求变化快且差异大	31
五、人工智能+制造业发展趋势	32
(一) 设计研发环节通过自动化实现创新驱动	32
(二) 生产制造环节通过人机协同实现高效化	33
(三) 运营管理环节通过大小模型协同实现自动化	33
(四) 产品服务环节通过数据驱动实现精准化	34

图 目 录

图 1 大模型制造业应用场景图	17
图 2 制造业人工智能领域产业结构	18

一、人工智能+制造业发展背景

制造业作为现代经济的基石，反映了一个国家的工业化水平，也是衡量其综合国力和国际竞争力的重要指标。中国制造业是国民经济的主体，其规模居于世界首位，是立国之本、兴国之器、强国之基，承载着国家经济发展的重任。然而，当前制造业面临着诸多挑战，包括技术更新缓慢、劳动力成本上升以及市场竞争加剧等问题。人工智能的引入为制造业带来了新的机遇和可能性，赋能制造业的转型升级。我国在这一领域积极布局，通过政策支持和技术研发，推动人工智能与制造业的深度融合。此外，全球主要经济体也高度重视人工智能在制造业中的应用，纷纷采取措施促进相关技术的发展与应用。

（一）制造业是国民经济重要支柱，发展面临挑战

制造业是经济增长的关键驱动力。中国的制造业崛起已经成为全球经济的显著亮点，这体现了我国制造业的庞大规模，也反映了制造业在技术创新、产业升级以及全球市场布局上的巨大进步。展望未来，随着全球经济逐步复苏，制造业作为经济增长的基石，其作用将进一步加强。

制造业是实体经济的重要支撑，是经济发展实现就业创造的重要保障。改革开放以来，飞速发展的劳动密集型制造业成为我国就业创造最重要的部门。我国制造业作为实体经济的核心支柱，在推动经济增长、创造就业机会方面发挥了举足轻重的作用，制造业的稳固发展不仅提升了我国经济的整体竞争力，也为社会的稳定和发

展提供了强有力的支撑。

如上所述，制造业在全球经济中扮演着至关重要的角色，然而，当前传统制造业正面临来自多方面的重大挑战，这些挑战无疑对其可持续发展能力及市场竞争力构成了显著影响。我国是具有代表性的制造业大国，在全球制造业市场中占据重要地位，下面针对我国制造业面临的挑战做出分析。

首先，制造业面临着劳动力短缺和技能差距的问题。随着人口老龄化和技术进步，制造业面临着技术工人短缺的问题。新技术的应用需要更高的技能水平，而现有的劳动力培训体系和教育资源不足以满足这些需求。从规模结构看，制造业劳动力总量在逐步下降。

其次，许多传统制造企业的生产技术落后，难以适应现代制造业高效、灵活和智能化的要求。制造业企业在智能化转型过程中会面临研发投入不足、维护和运营成本高等挑战，造成企业智能化转型技术门槛高等问题。更新设备和引进新技术需要大量资金，这对中小企业尤为困难。此外，随着供应链复杂性的增加，我国制造业在应对物流、供应链风险以及突发事件方面面临着更大的挑战。市场需求的变化和波动性使得企业难以精确预测客户需求，进而可能导致生产计划与实际需求不匹配。当市场需求发生变化时，从销售商传递到制造商，再由制造商传递给上游原材料供应商的过程中，供应链的信息传递和运作周期变长，从而加剧了“长尾效应”。**同时，全球化带来了更加激烈的市场竞争。**来自发展中国家低成本生产商的竞争，以及发达国家高技术、高附加值产品的压力，使得传统制

制造业企业必须不断提升自己的竞争力。以东南亚等国为代表的发展中国家劳动力和土地成本低、税收优势大，正在不断扩展制造业市场。同时，西方发达经济体促进高端制造业回流，而我国高端制造业体系尚未形成。

(二) 人工智能赋能制造业具有重要意义

在制造业面临诸多挑战的背景下，人工智能赋能制造业能够降本提效，提高制造业产品质量，加速产品创新，提升我国制造业竞争力。据埃森哲公司测算，到 2035 年，全球人工智能技术的应用将使制造业总增长值增长近 4 万亿美元，年度增长率达到 4.4%。随着人工智能技术的不断发展和应用，制造业将迎来更大的变革和发展机遇。

1. 人工智能促进制造业提高生产效率

人工智能能够显著提升制造业生产效率。首先，人工智能替代大量人工工作帮助制造业提效。人工智能技术的引入使得制造业能够实现高度自动化，减少对人力的依赖，从而提升效率。例如，在无人矿卡的应用中，自动驾驶技术替代了传统的人工驾驶，无人矿卡能够实现 24 小时不间断作业，显著提高了作业效率。此外，通过人工智能技术赋能质量控制，能够以远超人工质检的速度和分辨率，显著提高生产效率。其次，人工智能能够通过优化已有生产流程，帮助制造业提效。人工智能技术能够优化制造业研发设计、生产调度、运营管理等流程，大幅缩短原有流程的时长。例如，人工智能技术可以帮助企业实时监控和评估生产流程的效率，分析生产流程

中的瓶颈，从而调整资源配置，优化生产线布局，提高整体生产效率。同时，人工智能技术能够通过分析设备的运行数据，预测设备故障的可能性，提前进行优化维护，从而减少设备故障导致的停机时间，提高了生产线的整体效率。

2. 人工智能促进制造业提高产品质量

应用人工智能技术能够有效提高制造业产品质量。一方面，人工智能技术通过优化生产流程和智能控制能够显著提高制造业的产品良品率。人工智能技术能够实时监控生产过程并进行质量检测，通过高分辨率摄像头和图像处理算法，AI系统可以在生产线上自动识别缺陷产品，确保只有符合标准的产品进入下一环节，显著减少不良品的发生。另一方面，人工智能技术能够促进产品创新，满足产品的个性化需求。人工智能技术能够通过分析大量市场数据、用户反馈和产品性能数据，帮助企业识别潜在的市场需求和趋势。企业可以根据客户的具体需求进行灵活生产，而不是依赖传统的大规模生产模式。这种方式不仅提高了客户满意度，还增强了市场竞争力。

3. 人工智能能够帮助制造业实现绿色生产

人工智能赋能制造业能够通过降低原材料损耗等方式降低生产成本，减少碳排放，实现绿色生产。首先，人工智能能够优化能源使用。人工智能可以通过实时监控和分析工厂内各个环节的能耗数据，识别出能源浪费的环节，并通过智能算法优化能源使用。例如，AI可以在设备闲置时自动降低其功耗，或者在能源价格较低时安排

高能耗的生产任务，从而减少能源消耗。此外，人工智能通过对历史能耗数据和生产计划的分析，人工智能可以预测未来的能源需求，并优化能源的采购和使用，避免不必要的能源浪费。其次，人工智能能够减少生产制造中的材料浪费。人工智能可以通过精确的生产过程控制，减少原材料的浪费。例如，在金属切割或塑料成型过程中，AI可以通过优化切割路径或成型工艺，最大限度地利用原材料，减少废料的产生。同时，人工智能可以协助废料管理和循环利用，AI可以帮助识别和分类生产过程中产生的废料，并优化废料的处理和回收流程，从而提高资源的循环利用率。

4. 提高全球化进程中我国的制造业竞争力

人工智能的应用可以提高我国制造业的竞争力。一方面，将人工智能应用到制造业可以提升我国在全球价值链中的地位。通过提升制造业的智能化水平，帮助制造业企业实现生产过程的数字化，推动我国制造业向更高端、更精细的方向发展，推动我国制造业实现产业升级和转型。根据世界知识产权组织数据，中国创新指数已从2011年全球第29位上升为2023年第12位。另一方面，人工智能的应用可以助力我国形成新的产业生态和经济增长点。通过促进制造业与其他产业的深度融合，打破产业的界限，催生众多新兴的交叉产业，为我国经济的高质量发展提供强大的动力。当前，新一轮科技革命和产业变革加速演进，重大前沿技术、颠覆性技术持续涌现，科技创新和产业发展融合不断加深，催生出具身智能、脑机接口、量子信息等新产业发展方向。我国具备工业体系完整、产业

规模庞大、应用场景丰富等综合优势，为未来产业发展提供了丰厚土壤。

（三）全球主要经济体高度重视制造业人工智能发展

各国政府纷纷提出并实施了针对制造业发展的前瞻性战略，旨在通过智能化、数字化、绿色化等技术革新提升制造业的竞争力。同时加强本国在全球产业链中的地位，确保经济持续健康发展。

1. 美国强化制造业根基，引领 AI 创新

美国于 2022 年 10 月 7 日发布的《国家先进制造业战略》标志着其对国家制造业发展的前瞻性规划与决策。战略指出，制造业是美国经济实力和国家安全的引擎，该战略针对中小企业投资、教育体系建设、跨界合作关系、联邦投资及国家研发投入等关键领域设定了战略目标，并强调工业互联网及人工智能应用的重要性。目的在于借助高度发达的工业互联网和人工智能技术基础，刺激经济增长并创造高质量就业机会。2023 年 5 月 23 日，美国白宫发布《国家人工智能研发战略计划》，该计划阐述了人工智能在制造业及多个关键领域的战略价值。计划明确指出，AI 技术的研发将聚焦于破解制造业复杂难题，旨在显著提升生产效率与产品质量，加速产业升级转型。同时，强调国际合作机制的重要性，倡导全球携手应对技术挑战，共同推动制造业技术创新与可持续发展。此外，计划还着重提出加强劳动力技能培训与素质提升，为 AI 技术的广泛应用奠定坚实的人才基础，确保技术进步惠及更广泛的社会群体。

这一系列措施构成了美国制造业与人工智能发展的坚实蓝图，

旨在通过技术创新与人才培养，巩固制造业基础，提升生产效率与质量，同时促进国际合作，共同应对全球性挑战，推动制造业向更高水平发展。

2. 欧盟共同推进制造业数字化以及绿色转型

2020年3月1日，欧盟委员会发布了《欧洲新工业战略》，旨在帮助欧洲工业向气候中立和数字化转型，并提升其全球竞争力和战略自主性。其确定欧洲需加大在人工智能的研究和资金投入，并推动制造业向绿色和数字化转型，以应对气候变化和提升竞争力。另外还尤其强调中小企业在制造业中的重要性，提出减少中小企业的监管负担并提供更多的政策支持。2021年，欧盟委员会在工业4.0基础上提出工业5.0，并制定了与之相匹配的一系列政策框架，明确将其设定为未来10年制造业人工智能发展的抓手。其将人工智能作为未来发展的技术重点框架之一，促进人工智能技术在工业领域的积极应用；同时强调“技术服务于人”，鼓励工人密切参与新工业技术的设计及部署，推动制造业向更加绿色、智能和人性化的方向发展。

除此之外，欧洲国家也各自提出了一些制造业发展战略及计划。2023年8月，德国联邦教研部出台《人工智能行动计划》，将推进实现值得信赖的人工智能“欧洲制造”，并与德国现有优势进行最佳对接。主要思想为持续加强研究基础，落实人工智能工业具体实践，切实转化经济增长和经济机遇。英国于2022年发布《英国数字战略》，强调通过数字技术的应用来提升制造业的生产效率。战略

支持制造业向智能工厂转型，利用实时数据和智能算法进行生产决策，提升灵活性和响应速度。2023 年英国政府拨款 1.47 亿英镑资金用于支持数字制造技术的研究，这将直接推动相关技术的创新和应用。

总体来看，欧洲正在全面推动制造业向数字化、绿色化转型，提升全球竞争力。这些举措为制造业的可持续发展和经济增长奠定了基础，并将进一步推动人工智能在制造业领域的创新和应用。

3. 日韩推进制造业革新，打造前沿领域核心竞争力

日韩积极推进制造业智能化革新。日本政府在 2023 年发布的《制造业白皮书》中表示，“日本政府大力推动制造业基础技术的产业振兴和前沿技术研发”，日本制造业正加速 AI 与数字化布局，优化供应链，巩固优势并强化竞争力。面对全球新趋势与供应链风险，通过制造业数字转型（DX）与绿色转型（GX），实现全链条可视化管理与高效协同，推进低碳化生产，以应对市场挑战，引领产业升级，同时通过大力推动创新型人工智能以及大数据等对未来社会至关重要的前沿技术，提升日本制造业竞争力。

韩国科学技术信息通信部于 2022 年发布《大韩民国数字战略》，展望“与国民携手建设世界典范的数字韩国”。其注重大力发展数字经济，推动制造业智能化转型升级，包括各企业共建数字协作工厂，推动企业间的制造数据共享与利用平台开发，并且将汽车、船舶等主力产业重组为未来型高附加值产业，掌握自动驾驶技术并建立法律制度保障。

总体来看，日本与韩国正积极推进制造业智能化革新，聚焦基础技术与前沿技术的研发，应对全球制造业新动向以及供应链风险，同时加速智能制造设施的发展，打造前沿领域核心竞争力。

（四）我国积极布局制造业人工智能发展

人工智能是新一轮科技革命和产业变革的核心驱动力，是发展新质生产力的重要阵地。制造业则是人工智能加快形成新质生产力最重要的领域。制造业与人工智能的深度融合已成为推动高质量发展的重要内容，是完善现代化产业体系的有力抓手。当前，我国为推动制造业与人工智能的深度融合构建了较为完备的政策布局。

1. 党和国家高度重视制造业人工智能的发展

党和国家高度重视制造业与人工智能深度融合。从党中央决策来看，以习近平总书记为核心的党中央根据我国发展阶段，把握时代发展需要，为制造业人工智能的发展谋篇布局。习近平总书记在二十大报告中着重强调，要加快发展数字经济，促进数字经济和实体经济深度融合，推动制造业高端化、智能化、绿色化发展。另外习近平总书记在十九届中央政治局第三十四次集体学习、2023年中央经济工作会议等重要会议上多次强调推动制造业产业数字化，推进科技引领产业转型升级。2024年1月，习近平总书记在二十届中央政治局第十一次集体学习时进一步强调，“要及时将科技创新成果应用到具体产业和产业链上，改造提升传统产业”，“要围绕推进新型工业化和加快建设制造强国”。制造业与人工智能深度融合已成为我国重要发展战略。

从全局战略来看，国务院于 2021 年发布了《“十四五”信息化和工业化深度融合发展规划》，要深入推进制造业赋能人工智能的战略规划。2024 年《政府工作报告》指出，要开展“人工智能+”行动，实施制造业数字化转型行动，加快工业互联网的规模化应用。从“互联网+”到“智能+”，再到现在的“人工智能+”，这是首次将“人工智能+”行动写在《政府工作报告》中。

在部委规划方面，工业和信息化部等部委于 2021 年发布了《“十四五”智能制造发展规划》，计划到 2035 年，我国规模以上制造业企业全面普及数字化网络化，重点行业骨干企业基本实现智能化。工信部于 2023 年发布《加快传统制造业转型升级的指导意见》，加快人工智能、大数据、云计算、5G、物联网等信息技术与制造全过程、全要素深度融合，带动产业链上下游整体推进智能化转型。

2. 各地方与行业共同推进制造业智能化转型升级

从地方层面看，各地纷纷加大了制造业人工智能的布局力度。目前我国各省市结合当地产业发展现状陆续出台了制造业人工智能相关规划、行动计划、方案政策、指导意见等。2024 年 1 月以来，各地陆续公布《政府工作报告》，全国多个省市均提出了推进新型工业化，推进制造业智能化发展等内容。广东省工作报告指出要“制定新时期加快推进新型工业化的实施意见，引导资源要素向先进制造业集聚，争创国家新型工业化示范区”，将“工业人工智能”作为人工智能产业发展的主攻方向，强调其在提高生产效率、产品

质量和降低能耗成本方面的重要作用。同时强调工业人工智能将成为推动广东省产业转型升级和经济增长的新引擎。

从行业领域看，我国围绕原材料制造业、汽车制造业、船舶制造业、电子信息制造业、纺织工业等领域，从2020年开始，先后出台《新能源汽车产业发展规划（2021—2035年）》（2020）、《“十四五”原材料工业发展规划》（2021）、《船舶制造业绿色发展行动纲要（2024—2030年）》（2023）、《电子信息制造业2023—2024年稳增长行动方案》（2023）、《纺织工业提质升级实施方案（2023—2025年）》（2023）、《原材料工业数字化转型工作方案（2024—2026年）》（2024）等一系列具有引领作用的指导性文件，对制造业各行业领域与人工智能深度融合发展进行了系统性的政策部署。

二、人工智能+制造业发展现状

制造业正迎来人工智能技术的全面渗透与深度融合的新阶段，其中，人工智能专用小模型技术已广泛植根于制造业的各个环节，而大模型技术亦逐步崭露头角，展现出其在复杂应用场景中的巨大潜力。同时，制造业人工智能领域的产业结构日益完善，基础层虽面临国外技术主导的挑战，但国产化进程加速，潜力无限；技术平台层构建起较为成熟的生态体系；应用层则遍地开花，在多个行业实现了广泛而深入的应用，共同驱动着制造业向智能化、高效化转型升级。

（一）制造业人工智能技术应用情况

1. 人工智能专用小模型技术已广泛渗透制造业

在制造业智能化的浪潮中，人工智能专用小模型正成为推动行业转型升级的重要力量。智能制造的技术应用路线从识别类、数据建模优化类、知识推理决策类扩展到组合类。**识别类技术**已广泛应用于质量管理、安全生产等环节中，通过提升小样本与场景迁移技术能力，推动制造业智能化转型的深度与广度。在制造业识别类技术应用中，西门子利用自监督学习技术能够有效缓解质检中小样本和实时性问题。**数据建模优化类技术**依托机理进行参数确定和 AI 模型选择，能够大幅提升建模的精度和可解释性。某风电厂将齿轮箱运行机理和故障数据联合建模，实现了大幅度提升诊断精度，同时能够对故障结果给出清晰物理意义。**知识推理决策类技术**通过定量复杂决策和异构数据知识自构建等技术手段，解决制造业中知识传承及实训问题。这些技术的突破将有助于构建更为丰富和精准的知识网络，为复杂决策提供支持。沃丰科技开发多源异构数据对齐技术，利用构建工具自动生成汽车装配知识图谱，提高了机械设计效率和品质。

总而言之，制造业人工智能应用的深化发展，正引领着制造业智能从简单识别类任务向建模优化、知识推理决策、组合应用等复杂应用演进。随着技术的不断成熟和应用场景的不断拓展，人工智能专用小模型将在提升工业自动化水平、优化生产流程、降低成本和提高效率等方面发挥越来越重要的作用。

2. 大模型技术已逐渐渗透制造业应用

在制造业智能化转型的浪潮中，大模型技术正逐渐成为研究和应用的热点。尽管目前大模型技术仍处于探索初期，但其展现出的巨大潜力却不容忽视。大模型将帮助制造业提升效率、降低落地门槛。在设计研发阶段，大模型可以根据客户需求自动设计制造原型，提高产品开发效率。通过学习大量的制造业设计数据，大模型可自动生成一系列详细的设计效果图和三维模型，涵盖产品外观、用户界面、交互体验等多个方面。同时，大模型可以自动生成制造业代码，特别适用于重复性高、逻辑简单的任务，大大提高了编程效率。使用者可以通过自然语言交互，更简单快捷地实现相应的代码能力，减少了对专业编程技能的依赖，降低制造业落地人工智能技术的门槛。在生产制造阶段，大模型可以智能调度机器人提高生产效率，辅助进行安全检测。大模型能够实时监控和优化生产过程，生成最优的生产计划和调度方案，通过调度智能生产机器人，辅助完成生产过程。大模型能够通过监控分析生产现场，发现安全问题，及时告警提示，提高生产过程中的安全水平。在运营管理阶段，大模型可以通过将生产、销售、库存等各个环节的数据整合分析，提供更为精准的预算预测和财务分析，实现预算的智能分析。通过分析设备运行状态数据进行设备诊断和维护，减少因设备故障导致的损失。在营销服务阶段，大模型技术正在通过对用户需求和市场趋势的分析，生成个性化的产品设计和优化方案，满足不同客户的采购定制需求，提升客户满意度和市场竞争力。同时，大模型可以理解 and 处

理客户的查询和投诉，提供快速、准确地响应，提升客户服务效率。

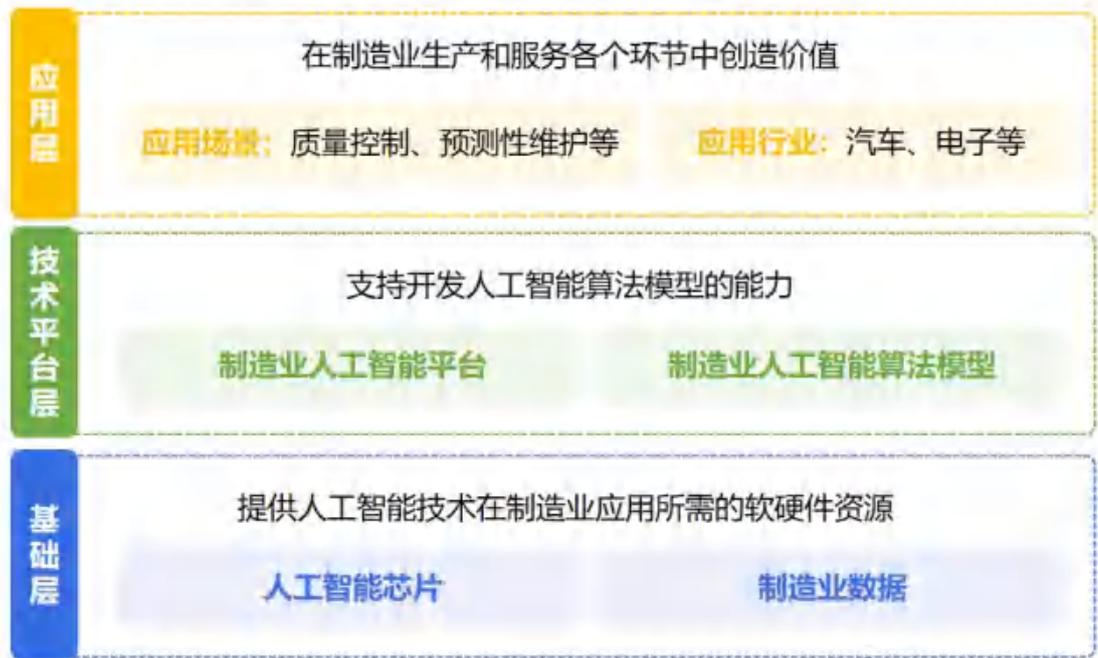


来源：中国信息通信研究院人工智能研究所工业案例集

图 1 大模型制造业应用场景图

(二) 制造业人工智能产业结构

制造业是一个高度复杂且多元化的行业，为了更清晰地梳理出不同产业层次对人工智能的需求以及人工智能技术的渗透程度，本报告按照产业结构分层来分析发展现状。制造业人工智能领域的产业结构主要可以分为基础层、技术平台层和应用层。基础层提供人工智能技术在制造业应用所需的软硬件资源；技术平台层基于数据等底层资源提供开发实现人工智能算法的能力；应用层利用人工智能技术在制造业生产和服务各个环节中创造价值。



来源：中国信息通信研究院

图 2 制造业人工智能领域产业结构

1. 基础层：基础设施市场潜力巨大

复杂的制造业问题需要人工智能芯片高效运算来解决。当前能适应深度学习的芯片类型主要有 GPU、FPGA 和 ASIC。目前，GPU 凭借其完善易用的软硬件生态、高效的计算能力和较低的成本占据人工智能芯片的主导地位，但是制造业所需运算量极大，会导致较大的时耗与功耗，增加计算成本。FPGA 和 ASIC 虽然受成本限制尚未大规模普及，但由于具备定制化能力且功耗较低，预计未来在制造业领域会有广阔的需求前景。在制造业场景中，很多生产环节对人工智能的实时性要求很高，ASIC 可以提供更快的数据处理速度，有助于实时监控和过程控制。同时，ASIC 芯片体积较小，更适用于制造业场景中空间有限的设备，例如小型传感器或紧凑型控制系统。此外，ASIC 芯片集成安全特性，可靠性强，可以在制造业相对不稳

定的环境中保持稳定运行，更加适用于制造业场景。

在制造业数据方面，制造业数据市场空间持续增长。中国作为全球第一制造业大国，制造业的年度数据产生量为各行业之首。通过对工业数据的收集、存储、分析和应用，可以深入了解产品性能、优化生产流程、提高产品质量和效率，以及实现精准营销和售后服务。IDC 数据显示，2022 年中国制造行业数据解决方案总市场份额达到 21.3 亿元人民币，华为云、阿里云和美林数据位列市场前三。

2. 技术平台层：已形成较为成熟的布局

制造业人工智能技术平台层在产业布局上形成了较为成熟的布局。制造业人工智能产业技术平台层以制造业人工智能平台和算法为主体，基于数据和网络共同研发设计人工智能算法，共同推动了制造业的智能化转型和创新。

制造业人工智能平台作为连接底层算力，支撑上层应用的重要中间层平台，众多企业积极布局。制造业人工智能平台将人工智能算法、制造业数据、物联网等先进技术整合在一起，为制造业提供了一个高度集成、灵活、高效的生产环境。目前科技企业、通信企业、制造业企业都已经在布局制造业人工智能平台。西门子结合了人工智能和工业物联网技术搭建了 MindSphere 平台，通过收集和分析生产数据，为企业提供全面的智能化解决方案。博世开发了基于 AI 的物联网平台 Bosch IoT Suite，集成了人工智能技术，用于实时数据分析和设备管理，帮助制造企业提高生产效率并实现智能化管理。

在制造业人工智能算法模型方面，传统模型及大模型正在发挥越来越重要的作用。传统模型中，机器学习与计算机视觉等算法在制造业中已经得到了广泛地使用。机器学习算法通过从海量数据中学习并提取规律，实现了设备故障的精准预测、产品质量的严格检测以及生产过程的智能化监控，有效提升了制造业的运营效率与产品质量。而计算机视觉技术则凭借其强大的图像识别与处理能力，广泛应用于产品外观检测、生产线自动化巡检等场景，进一步推动了制造业的自动化与智能化进程。同时，大模型技术正在成为推动制造业转型升级的重要力量。大模型通过处理更大规模的多模态数据，实现了更加复杂的预测与决策能力，不仅可以更加精准地预测设备故障，还能够生产流程中实现更全面的优化与调度，减少资源浪费并提升生产效率。此外，大模型在智能供应链管理、复杂工艺流程优化等领域也展现了显著优势。通过对自然语言、图像、声音等多种数据类型的融合处理，大模型推动了制造业各环节的自动化与智能化。国内外大型企业华为、百度、微软等，都在加快制造业大模型落地实践。除大企业外，国内诸如创新奇智、思谋科技等人工智能商业解决方案提供商正在布局制造业大模型这一领域。

3. 应用层：已在多行业广泛应用

人工智能在制造业的应用正变得日益广泛和多元。制造业人工智能产业已经渗透到电子制造、汽车制造、重型机械制造等多个领域。在电子信息领域，人工智能技术助力实现高精度检测和快速装配，满足电子产品对精密度和效率的高要求。在汽车制造领域，人

工智能技术被深入应用于智能装配线、质量检测、供应链管理等环节。在工程机械领域，人工智能技术能够远程监控设备运行状态，提供维护支持，延长设备的使用寿命。

人工智能在制造业中的应用正持续深化。据德勤预测，到 2025 年，电子通信/半导体人工智能应用市场的规模将达到 41 亿元人民币，汽车制造行业达 37 亿元人民币，能源电力行业 25 亿元人民币，制药行业 17 亿元，金属及机械制造行业 13 亿元。未来，随着技术的进步和应用经验的积累，人工智能将解锁更多应用场景，将为制造业带来更多的变革和发展机遇。

三、人工智能+制造业关键技术及应用

目前，人工智能技术已赋能制造业全流程，从研发设计、生产制造、运营管理到产品服务，不仅提升了生产效率与产品质量，还优化了资源配置与管理决策，推动了制造业的转型升级和可持续发展。为了更全面地体现人工智能在制造业行业的应用特点、突出行业特性，本报告按制造业核心环节描述人工智能的关键技术及应用。此外，大模型技术也越来越广泛地应用于制造业流程中，由于大模型的输出结果具有不确定性，可能会对精度要求较高的生产环节产生影响，所以大模型技术在研发和营销环节的适用性和潜力更大。

（一）研发设计环节

人工智能赋能制造业研发设计环节，帮助优化产品设计、缩短研发周期。一是智能原型设计。基于大模型技术的计算机辅助设计工具（CAD, Computer-Aided Design）通过训练大量制造业 CAD 数

据，能够通过用户的交互式对话，充分理解用户的设计需求，自动生成符合工程要求的设计草案。大模型技术的融入使得系统能够智能地调整参数，确保设计方案严格遵守行业标准和性能要求。二是**智能工艺设计**，通过深度融合工业数据库与人工智能算法，快速评估不同材料和工艺对产品质量的影响，依托人工智能技术快速匹配最优组合方案，降低试错成本，缩短产品研发周期。三是**智能仿真模拟**，利用先进的人工智能算法与高性能计算平台，构建高度逼真的虚拟仿真环境，基于人工智能建立虚拟仿真环境，模拟产品在不同条件下的可靠性，实现产品的全面评估与分析，减少产品试验的时间和成本。

专栏 1 研发设计环节人工智能应用案例

理想汽车的总装车间利用人工智能技术实现自动化产线设计。理想汽车北京工厂基于人工智能技术平台设计规划并建造实施整个总装车间产线。该产线采用 AI 赋能的智能设计工具、信息化软件系统、预防性维护系统，快速定制实施了总装车间全部传送系统、轮胎座椅线装配及存储系统、车门装配系统、动力总成装配系统，并接入工业互联网，解决智能产线自动化装配的需求。理想汽车还在探索基于大模型的生成式工业设计在汽车装配车间的应用，帮助工程师缩短规划周期，加快交付速度。相较于传统方式，基于 AI 的方式可以将产线配置时间降低 50%左右，将系统集成效率提高了 43%，缩减有效技术工时 70%。

（二）生产制造环节

人工智能赋能制造业生产制造环节，帮助提高生产效率、提升产品质量、提升安全生产水平。一是智能生产调度。通过集成人工智能技术与制造执行系统 MES（manufacturing execution system, MES）及设备管理系统 EAM（enterprise asset management, EAM）等核心工业软件，实现对生产数据和历史记录的深度学习和分析，针对市场需求变化和生产能力水平，开展预测，优化排产方案，合理安排生产流程。通过实时分析设备状态、物料流动、能耗等情况，形成生产过程的高效协同机制，可实现生产流程的自动化、智能化、管理决策。制造业与 AI 的融合还体现在智能化的硬件设备，比如将工业机器人与新兴的人工智能大模型技术融合，形成智能工业机器人。与传统的工业机器人相比，智能工业机器人通常更加灵活、自主，能够在复杂的环境中执行任务，同时具备一定的运动规划、运动控制和人机交互的能力。在国内大模型厂商中，创新奇智的 ChatRobot 生成式工业机器人，借助工业大模型能力，构建了多模态、端到端的视觉—语言—动作模型（vision-language-action, VLA），实现了自然语言驱动的机器人操作控制。二是质量控制，深度融合大模型与计算机视觉技术，借助人工智能技术对生产过程中的多个连续环节进行实时监测和分析，快速发现异常和缺陷，调整生产参数，提高产品质量的稳定性。大模型技术与工业视觉技术的结合在工业质检场景中可以实现自动化、高精度的质量检测。例如，大模型能够从大量已标注的图像数据中学习到各种类型的缺陷特征，从

而在新的产品上准确地检测出类似问题，还可以帮助工程师快速灵活搭建视觉检测方案，确保检测方案能在工厂快速地落地运行。三是**预测性维护**，基于大数据分析机器学习算法，在生产设备运行过程中，人工智能技术实时收集和分析机器的运行数据，并基于数据分析结果预测潜在的故障和维护需求，自动提醒相关人员并执行维护计划，从而减少意外停机时间和维修成本，提高生产效率。四是**智能安全监控**，结合视频分析技术与高精度传感器网络，实时监控生产环境，精确识别不合规的图片或视频画面，及时发现潜在安全隐患。发现异常后报警或采取相应措施干预，确保生产制造过程安全和合规，降低事故发生的概率和损失。

专栏 2 生产制造环节人工智能应用案例

案例 1：厦门天马应用大模型技术快速实现液晶面板缺陷检测。天马光电子的厦门工厂使用基于机器视觉的检测平台，覆盖液晶面板生产的 CF、ARRAY、Cell 三个工艺段的 36 种设备，可在不同设备上实现液晶玻璃的双边检测、四边检测、正反全面检测。基于瑕疵检测算法，可以将破片率从原来的万分之二降为十万分之二，将设备每年的维修成本降低了 1100 万-1700 万元，并且减少破片导致的设备维修时间，可以将工厂的产能每年提升约 3 万片。同时，追溯查询等功能可以帮助工厂溯源生产数据，驱动工厂提升生产工艺。

案例 2：宝钢股份应用人工智能技术实现卸船机无人化作业。链斗式连续卸船机人工作业存在安全风险、作业强度大、作业环

境复杂、司机培养周期长、连续作业率有待提升、无统一管控等问题。宝钢股份与赛迪奇智开展智能化改造，构建以感知为眼、决策为脑、控制为手的智能化系统，涵盖卸船机的船舱内外作业、关键部位点检、皮带流量监控、数字孪生、远程智能驾舱的全天候、全流程智能作业系统。该系统融合实时动态感知识别、工业大模型和多模态能力，自主规划编排、空间融合动态转化技术、机载决策模型、取料作业模型，充分吸取宝钢股份专家作业经验，转化为精确标准的智能化作业流程，实现无人化作业，单船通算能力提升 6.25%，其智能化水平达到业内领先。

（三）运营管理环节

人工智能赋能制造业运营管理环节，帮助降低运营成本、提高智能化决策。一是**智能化供应链管理**，利用机器学习算法与高级预测分析技术，人工智能能够综合分析市场需求、企业的生产能力以及供应链的动态变化，通过机器学习算法，预测市场趋势和生产需求。通过预测能够使企业实现精细化库存水平控制，减少过剩库存和缺货风险，从而降低库存成本并提高资金周转效率。二是**智能运营数据洞察**，深度学习算法与大数据分析融合，人工智能能够深入分析历史生产数据并实时监控生产流程信息，通过洞察和统管各环节的数据，对生产活动进行规划、组织、协调和控制。特别是大模型技术，让生产经营数据按需洞察成为可能，不同于传统的数据库检索方式，大模型可以让用户以按需的方式实时洞察生产经营数据，从而降低数据洞察门槛和提升企业决策效率。三是**知识管理**，依托

自然语言处理与知识图谱技术，大模型被应用于提升企业内部知识资源的整理和分类效率，高效地对文档、手册、案例研究等资料进行归档和标签化，使员工能够通过智能搜索迅速且精确地访问所需信息。这不仅提升了信息检索效率，也使员工能够更专注于核心工作。

专栏 3 运营管理环节人工智能应用案例

案例 1：中国巨石应用大模型实现交互式生产数据分析洞察。

中国巨石股份有限公司是专业玻璃纤维制造商，其生产工厂在实现了数字化和信息化后，面对海量的生产数据，对数据洞察的需求更加迫切。传统的生产场景中，需要专人制造上百张动态报表来分析生产情况，但仍然很难涵盖管理者的全部需求。巨石将基于工业大模型的产品结合工业软件打造智能生产制造数据分析方案，实时获得海量生产数据的深度洞察，其支持多种格式的数据源、支持结构化查询语言（Structured Query Language, SQL）代码的展示、利用主动召回技术给出更专业和精确的答案，以及高级别的数据安全保障，让用户操作起来更加方便和安全。例如可以自动查询并以图表的方式反馈某月某机位每天的开机率及变化趋势，在这个基础上可以继续追问，实现多轮对话。用户只需要通过简单的点击、拖拽的操作，就快速制作出车间的生成数据看板，为企业的各级管理人员提供深度数据分析和洞察。

案例 2：晶合集成用大模型技术提升企业内部运营管理水平。

合肥晶合集成电路股份有限公司致力于提升企业内部的数字化和

智能化系统建设。通过在“事件管理平台”系统中引入大模型技术，显著增强了其在半导体行业知识问答和事件内容智能分析方面的能力。大模型技术使得系统能够利用主动召回功能和分析总结能力，提供更加专业、准确的事件解析和行业知识问答，无论对于新到岗位的员工还是高级工程师，都能够显著提升信息检索和问题解答的效率。此外，公司生产和运营过程中会产生大量的数据，通过引入大模型技术，晶合“数据分析平台”不仅能够整合多种数据格式，还具备自动处理和分析数据的能力。系统能够根据用户的意图自动查询出相关数据并以图表的形式快速展现，同时系统支持多轮对话，用户可以通过多轮对话进一步探讨特定事件的详细信息及其潜在影响，从而实现更加精准的决策。

案例 3：天奇股份基于大模型打造智能化中试车间。

天奇自动化工程股份有限公司的企业内部知识类文档数量庞大，知识检索难度高，效率低，而且数据分析需要专业人士提供，无法获得实时的数据分析和报表。天奇股份基于大模型技术，在中试车间打造智能交互及数字化展示平台，助力企业实现从传统运营到数字化、智能化的转型，减少了对人工操作的依赖，有助于降低长期运营成本，同时通过智能化工具提升产品和服务质量，增强企业在市场中的竞争力。

（四）产品服务环节

人工智能赋能制造业产品服务环节，帮助提供定制化服务、提高售后效率。一是客户数据分析，通过深度学习和数据挖掘技术，

能够从海量的客户交互数据中提取洞察，分析客户行为模式和偏好，为企业提供精准的市场细分和个性化服务策略。二是**智能产品营销服务**，依托大数据分析建立用户画像，通过客户历史数据分析建立用户画像，为客户提供个性化的产品推荐或定制服务，增加客户的转化率和满意度。三是**产品售后服务**，通过自然语言处理、数字人等技术，人工智能能够对客户的问题进行理解和回应，24小时不间断地提供服务，快速响应并解决客户的问题，减少等待时间。同时，通过数字人技术，人工智能可以根据客户的个人数据和行为偏好，提供高度个性化的产品推荐和互动体验，通过增强现实（Augmented Reality, AR）和虚拟现实（Virtual Reality, VR）技术，模拟产品的实际使用场景，让客户在购买前获得更加真实的体验。

专栏 4 产品服务环节人工智能应用案例

案例 1：飞鹤奶粉应用云平台与机器学习平台打通生产全流程。

飞鹤奶粉在零售领域的智能化转型中，与创新奇智合作，基于创新奇智 Cloud 云平台 and Orion 分布式机器学习平台，共同开发了一套基于 AI 图像识别技术的智能管理系统。对于零售端，AI 图像识别技术进行产品营销检查，实现了对货架布局的实时监控与智能分析；云平台作为数据处理中枢基于产品数据反馈营销计划，为零售端打造基于 AI 图像识别技术的渠道陈列洞察方案，实现渠道与终端货架智能化管理。通过为营销计划制定提供稳定数据支持以及为费用核销提供真实可靠的凭证，可减少 50%+ 的营销

费用的浪费，实现零售端运营成本的显著降低与整体效益的显著提升。

四、人工智能+制造业应用挑战

当前，制造业在人工智能应用方面遭遇多重挑战，包括数据获取难、场景融合难、安全性风险高以及组织制度滞后等。这些挑战共同制约了制造业的智能化转型，影响了生产效率的提升、产品质量的稳定性和企业竞争力的增强，同时也对数据安全与隐私保护构成了潜在威胁。

（一）研发设计环节数据获取及整合困难

制造业设计研发环节在数据获取和整合方面面临一些突出问题。首先，制造业设计研发环节需要大量高质量数据进行模型训练和验证，但数据获取难度大。制造业中不同设备和系统生成的数据分散在各个环节，数据的收集和整合存在很大挑战。许多老旧设备缺乏数据采集功能，需要额外的投资进行改造。其次，制造业设计研发环节存在数据质量不高、数据整合困难等问题。目前制造业人工智能公开数据集聚焦钢板、纺织表面缺陷图像领域，由于相关场景数据难获得、数据保护不健全等原因，阻碍了数据集的统一构建。此外，由于制造业数据来源多、格式复杂，而且存在标准协议不兼容的问题，会导致数据孤岛问题，人工智能难以获取到全面准确的数据进行应用。此外，设计研发环节数据的多样性和不一致性也会导致数据清洗和标准化的难度较大。数据噪音、缺失值和数据格式的差异都会影响 AI 模型的训练效果。

（二）生产制造环节场景复杂安全风险高

在制造业生产制造环节，存在场景复杂、安全风险等诸多挑战。首先，复杂的生产制造流程和多样化的生产环境要求 AI 系统具备高度的定制化和实时性。制造业的生产环境复杂多变，AI 技术在实际应用中需要面对多种工况和不确定性。例如，工业机器人在动态环境中的路径规划和任务执行，涉及实时数据处理和复杂决策。此外，动态生产环境中突发事件的应对能力也是一大考验，如设备故障、物料短缺等，AI 系统需要迅速做出反应，调整生产计划，保证生产的连续性和效率。其次，在生产流程中，人工智能的应用会带来**技术安全风险**。智能制造系统依赖于各种智能设备和传感器，这些设备可能因设计缺陷、软件漏洞或操作错误而导致安全事故。例如，伺服驱动器、智能传感器和控制系统中可能存在后门或安全漏洞，攻击者可以利用这些弱点进行恶意攻击，从而影响生产安全和效率。此外，随着互联网技术在制造业的广泛应用，智能制造系统的网络连接性大幅提升。这种连接性虽然带来了便利，但也使得系统易受到网络攻击。黑客可以通过网络入侵工业控制系统，导致数据泄露或生产中断，给企业带来巨大的经济损失。此外，生产制造环节中人工智能技术的应用会带来数据安全风险。生产制造环节涉及大量敏感数据，如设计图纸、生产过程数据、供应链信息和客户数据等。在应用人工智能技术的过程中，由于涉及多方参与，任何环节的数据泄露都会危及整个供应链，如管理不当将会造成巨大损失。

（三）运营管理环节组织制度滞后于技术变革

在制造业运营管理环节，企业组织结构和管理制度存在滞后，导致人工智能技术作用难以得到充分发挥。首先，企业的职能部门之间协作不畅，难以形成合力。研发、生产、供应链管理和市场营销等之间的协作往往存在障碍。各部门可能有不同的目标和诉求，导致技术应用效果大打折扣。其次，制造业企业的绩效考核机制不适应人工智能技术，难以激发员工的创新动力。许多制造业企业的绩效考核机制仍停留在传统的生产指标和财务指标上，难以评估人工智能技术带来的无形价值，如提升效率、改善决策等，影响员工对新技术的积极性和创新动力。此外，制造业与人工智能复合型人才缺乏也限制了人工智能技术的应用。据德勤统计，2022年中国智能制造行业数字人才缺口约430万人，而预计到2025年该缺口将达550万人。人工智能与制造业的融合需要同时具备制造业知识和人工智能技术能力的复合型人才。然而，目前高校的人工智能相关师资和课程体系尚不完善，难以快速适应产业发展需求。

（四）产品服务环节需求变化快且差异大

在制造业产品服务环节，人工智能技术的应用面临市场需求变化快、个性化需求差异大等挑战。首先，全球市场需求快速变化，而人工智能技术需要时间进行模型训练和调整，很难即时满足市场需求。例如，服装品牌经常需要根据季节变化、流行趋势和社会事件等因素快速调整其产品线。在特殊节日或体育赛事期间推出限量版产品。为了做到这一点，企业利用人工智能技术分析社交媒体上

的趋势和消费者反馈，以便更快地做出决策。人工智能系统需要足够灵活以捕捉并适配这些快速变化的趋势，灵活调整生产线和工艺能力，同时保持一定的预测准确性，这对人工智能技术的数据整合能力及实时响应能力提出了挑战。其次，需要快速对应差异较大的个性化产品需求。随着消费者越来越倾向于寻求定制化和个性化的解决方案，企业需要能够提供高度个性化的服务，同时保持高效的生产和交付流程。这就需要利用人工智能技术实现生产线的柔性化和智能化，支持小批量、多品种的定制化生产。在这个过程中，如何处理海量的数据并确保隐私安全，同时提供精准的产品服务，带来了一定挑战。

五、人工智能+制造业发展趋势

（一）设计研发环节通过自动化实现创新驱动

在制造业设计研发环节中，将向自动化、创新驱动的方向发展。首先，人工智能在制造业研发设计中将在很多环节实现自动化，优化设计流程，缩短产品上市时间。在电子设计领域，电子设计自动化（EDA，Electronic Design Automation）工具将完成复杂电路的功能设计和验证，通过自动化布局和布线，优化设计的整体性能，从而进一步提高设计效率和准确性。通过智能化的优化算法和自动迭代功能，产品研发周期得以缩短，进一步加快了产品上市时间。其次，人工智能技术将为制造业研发设计注入创新动力。在生成式设计等前沿技术应用中，人工智能将探索出人类设计师未曾想到的设计方案。通过大规模数据分析与智能算法，人工智能技术可以生成

多样化的设计选项，打破传统设计思路的局限，激发更多的创意灵感。这不仅会推动制造业产品的智能化发展，还将为企业提供了更多差异化和个性化的产品设计方向，助力企业在竞争激烈的市场中脱颖而出，创造出新的商业机会与价值。

（二）生产制造环节通过人机协同实现高效化

在生产制造环节中，制造业将通过智能机器人与人协作完成生产任务提升生产效率和安全性。一方面，人机协作辅助生产，提升效率。智能机器人可以辅助人类执行重复性和高精度的任务，比如组装、焊接、喷涂或包装，其准确性远高于人类，从而减少废品率和返工。另一方面，人机协同能够提升生产安全性。机器人可以承担对人体有害或危险的任务，如处理有毒物质、高温环境下的作业，从而保护工人免受伤害。同时，现代协作机器人配备有先进的传感器和软件，能够检测到周围的人类活动并做出反应，如减速或停止，以避免碰撞。总体来说，人机协作模式将在制造业中发挥越来越重要的作用，推动整个行业向更加智能化、高效化、人性化的方向迈进。

（三）运营管理环节通过大小模型协同实现自动化

大模型和小模型的协同将在未来制造业中扮演关键角色，在制造业运营管理环节推动自动化水平的显著提升。大模型以其强大的数据处理和分析能力，为生产决策提供智能支持；小模型则以其灵活性和针对性，优化具体生产运营环节。这种协同不仅实现了从宏观到微观的全面自动化决策，还大幅提高了制造效率和资源利用率。

在设备维护方面，大小模型的协同将实现更为精准的预测性维护。大模型通过分析设备运行数据预测潜在故障，小模型则在边缘设备上实时监测，共同提高设备利用率，减少意外停机。在供应链管理方面，也将因大小模型的协同而得到优化。大模型分析全球供应链数据，预测风险和机会，小模型则在具体环节进行优化，提高供应链的自动化水平和响应能力。尽管大模型在制造业中的应用潜力巨大，但小模型因其深厚的工业应用基础和成本效益比、稳定性、可靠性等优势，将与大模型长期并存。这种协同模式将持续推动制造业向更高效、智能和灵活的方向发展。

（四）产品服务环节通过数据驱动实现精准化

在制造业产品服务环节中，数据将扮演很重要的角色，驱动个性化创新的同时增加市场价值。首先，数据可以驱动人工智能技术实现产品服务的个性化和定制化。通过分析用户行为数据、偏好数据等，人工智能技术能够为每个客户生成个性化的产品服务方案。这种基于数据的定制化设计不仅能够满足个性化需求，还可以通过大规模数据分析来优化定制化生产的效率和成本。其次，人工智能技术能够使产品服务环节更加精准高效地推进。在产品营销环节，人工智能技术通过数据分析和用户行为预测，能够帮助制造企业更精准地进行市场定位和客户细分，分析消费者的购买历史和偏好，制定个性化的营销策略，提高客户转化率和满意度。在产品售后环节，人工智能技术可以通过自然语言处理技术，提供昼夜不间断的客户服务支持，快速响应客户的咨询和问题。这种智能化的售后服

务不仅提高了客户体验，还减少了人工客服的负担。

编制说明

本报告由创新奇智科技集团股份有限公司和中国信息通信研究院人工智能所共同编写完成。编写过程中，得到以下单位的大力支持，在此特别感谢（按拼音首字母排序）：

宝山钢铁股份有限公司

合肥晶合集成电路股份有限公司

理想汽车

天奇自动化工程股份有限公司

厦门天马光电子有限公司

中国巨石股份有限公司

中国飞鹤有限公司