

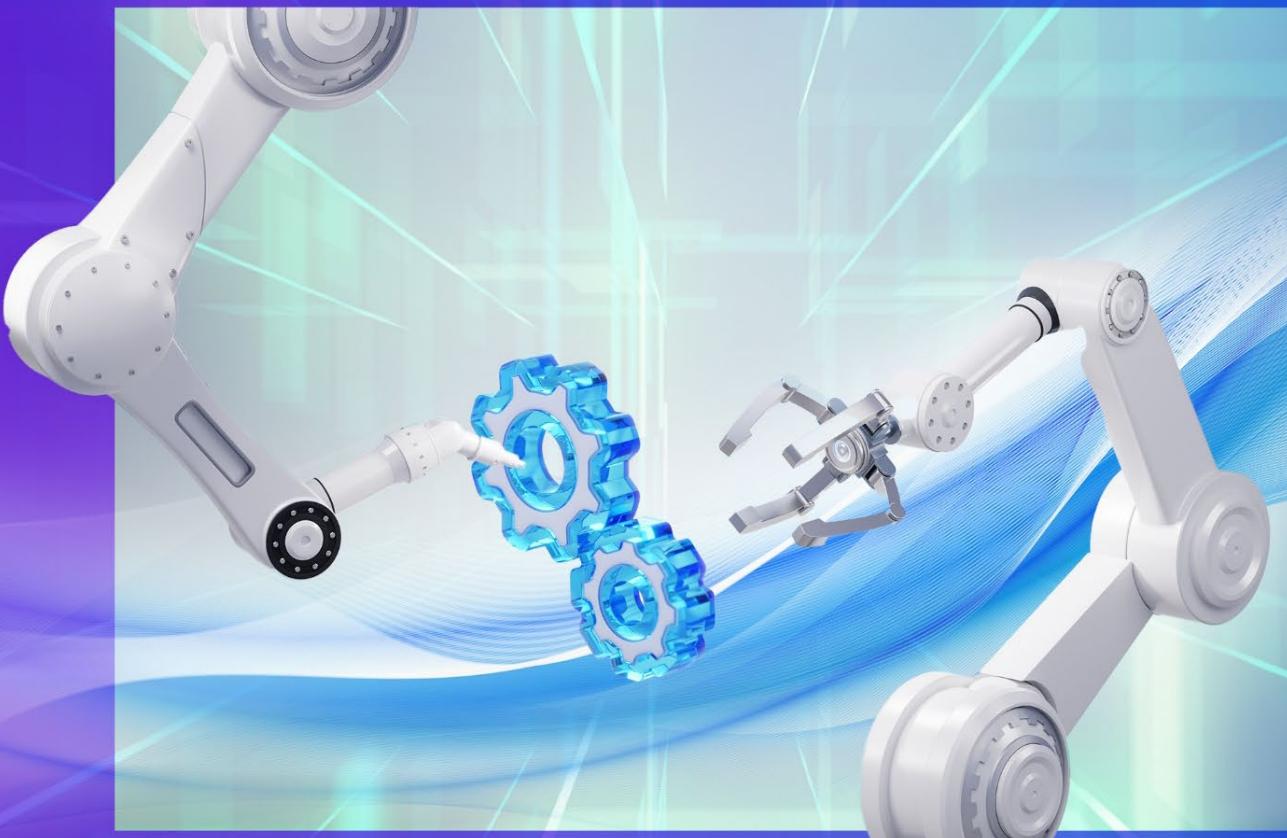


毕马威

# 智启未来： 新质生产力引擎驱动下 的智能制造行业革新

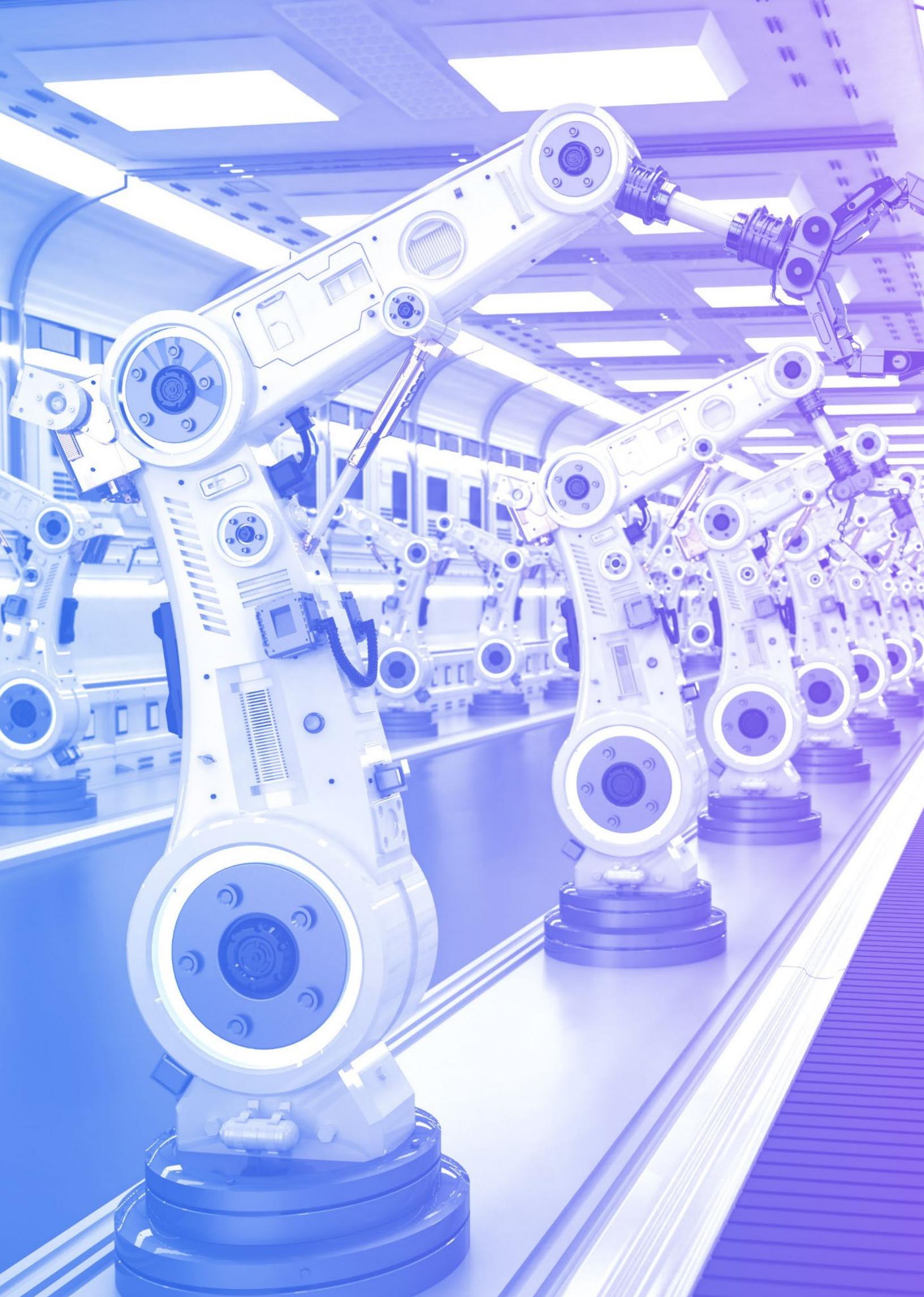


毕马威中国  
研究院



2024年9月

[kpmg.com/cn](http://kpmg.com/cn)



# 目录

序言	03
寄语	04
88 智能制造发展历程： 回顾与启示	05
82 中国智能制造： 发展现状与形势分析	09
83 智能制造未来展望： 五大趋势深度洞察	20
89 资本市场视角下的中国智能制造： 现状与机遇	35
85 智能制造的基础设施： 关键要素与影响剖析	52
86 新时代智能制造： 关键技术突破与应用前景探索	61
结语	82

# 序言

21世纪的科技浪潮中，工业文明与云计算、大数据、人工智能、物联网等前沿信息技术加速融合，以数智化为核心的智能制造新时代正逐渐形成。智能制造，作为新一代信息技术与制造业深度融合的产物，不仅是技术层面的革新，更是对传统生产模式、产业结构和价值链的深刻重塑，已成为全球制造业新一轮竞争的制高点。

中国是制造业大国。自党的十八大以来，中国智能制造发展规模和水平得到快速提升。为了进一步推动智能制造发展，党的二十大报告提出了推动制造业高端化、智能化、绿色化协同发展的重要任务，旨在构建智能制造产业发展新格局，促进数字经济与实体经济的深度融合。经过多年的发展、摸索与沉淀，中国智能制造业已取得显著的成就，正从“大”向“强”而行。作为智能制造领域的重要产品代表，“新三样”——电动载人汽车、锂离子蓄电池、太阳能电池，2023年的合计出口额首次突破了万亿元大关，同比增长率高达29.8%，这一显著增长展现了中国制造业从劳动密集型向高附加值先进制造业的华丽转身。

在工业4.0的时代，伴随物联网、云计算、人工智能、机器人等先进技术无缝融合，中国智能制造行业呈现出新的发展趋势，如算力的深化应用驱动制造业的创新发展、制造生产模式日趋柔性与自动化、数据驱动的决策助力精细化运营、互联实现全链条协同优化等。面对新趋势，企业应展现出前瞻性的视野与行动力，积极拥抱新技术、新模式和新理念，以技术创新引领产业升级。同时，还需强化自身的竞争力与适应能力，灵活应对市场环境的快速变化与激烈竞争，确保在智能制造的浪潮中稳舵前行，持续创造新的价值增长点。

随着智能制造关键技术的持续渗透，智能制造的应用场景也日益丰富，广泛触及并深刻改变着汽车、电子、航空航天、精密仪器和机械制造等诸多行业领域。为了帮助制造业企业更好地实现数智化转型，毕马威中国推出《智启未来：新质生产力引擎驱动下的智能制造行业革新》行业洞察报告，全面梳理智能制造行业的发展历程及现状，积极洞察智能制造行业的发展趋势，为中国制造业企业实现智能制造提供有价值的参考与启示。

# 寄语



**江立勤**  
毕马威中国  
客户与业务发展  
主管合伙人

.....  
+86 10 8508 5000  
michael.jiang@kpmg.com

在当今这个日新月异的时代，科技的飞速发展正以前所未有的方式重塑着我们的生产与生活，智能制造这一融合了信息技术、人工智能、大数据、云计算等先进技术的综合体系，旨在实现生产过程的精准控制、资源的高效利用以及产品的个性化定制。随着技术的不断突破与应用场景的持续拓展，智能制造将在更多领域展现出其强大的生命力与广泛的应用前景，我们期待看到更多的企业利用智能制造技术，推动产品和服务的创新，有效提升技术水平和市场竞争力。

伴随着第四次工业革命的到来，全球制造业正迈向数字化、智能化时代，在这场宏大的变革中，智能制造正引领着全球工业体系迈向一个全新的纪元。它通过高度自动化、智能化的生产方式，在设计研发、生产制造、供应链管理、市场营销等过程中发挥着智能算法和数据分析技术的核心作用，为企业带来了更多的商业机会和价值增长点。展望未来，智能制造将成为推动全球经济持续增长的重要引擎，我们有理由相信，在智能制造的引领下，一个更加高效、绿色、可持续的工业体系正在向我们走来。

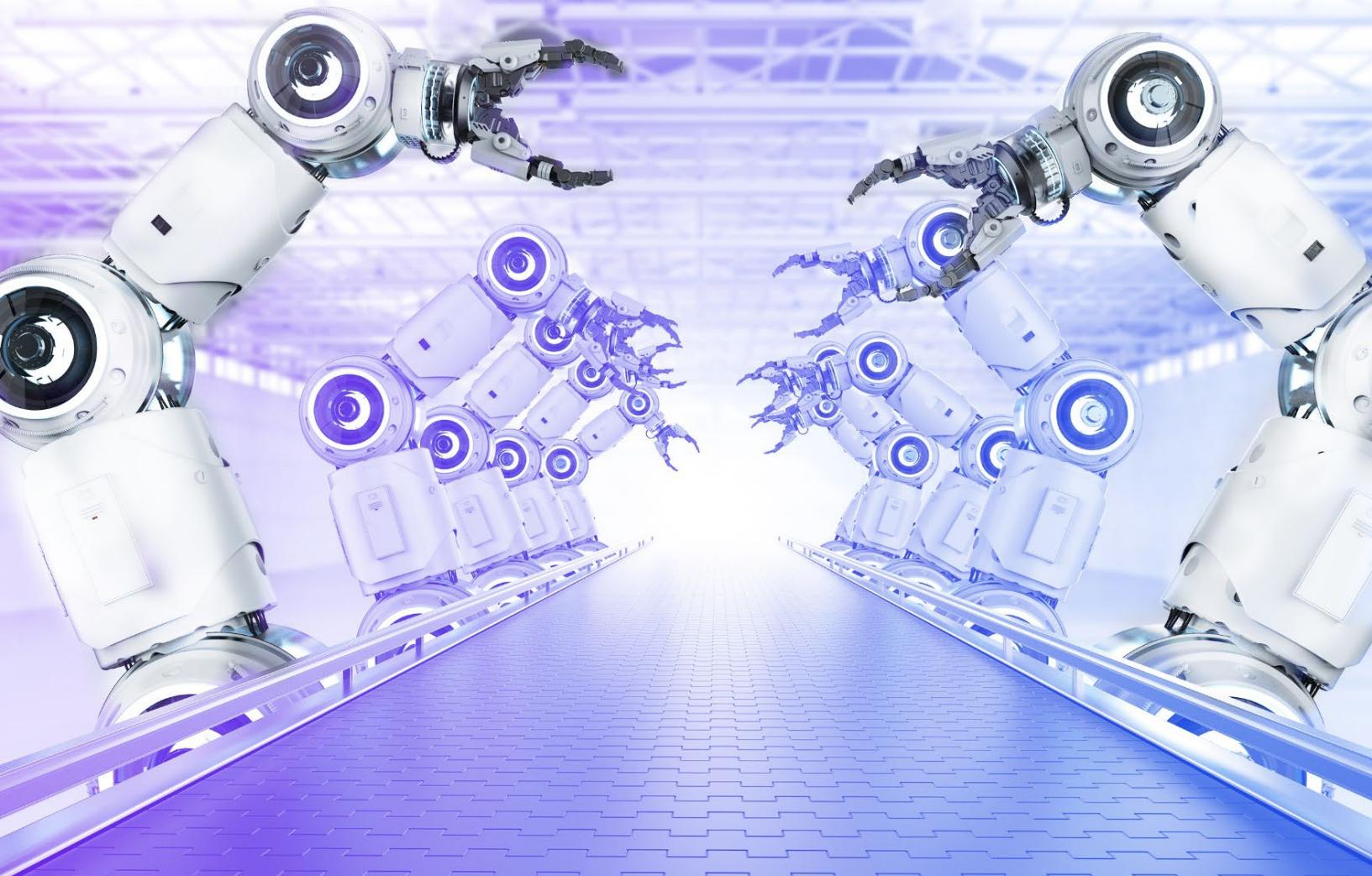


**Norbert  
Meyring**  
毕马威中国  
工业制造行业  
主管合伙人

.....  
+8621 2212 2888  
norbert.meyring@kpmg.com

88

# 智能制造发展历程： 回顾与启示



# 初级阶段： 自动化设备与计算机技术的初步融合

智能制造的萌芽可追溯至20世纪80年代，这一时期，人工智能领域的探索为智能制造的诞生提供了沃土。美国学者赖特·伯恩在著作《Smart Manufacturing》中，首次将“智能制造”这一概念带入公众视野，将其定义为一种集成了知识工程、制造软件系统及机器人视觉等先进技术的革命性生产方式，使机器能够在无人工干预下实现精准的小批量生产<sup>1</sup>。几乎同时，日本也开始探索智能制造的潜力，提出了智能制造系统（IMS）的概念，强调人机一体化的生产模式，并引领了全球范围内的合作研究计划，为智能制造的全球化发展铺设了道路<sup>2</sup>。

在这一初级阶段，自动化设备与计算机技术开始展现出前所未有的融合趋势，两者之间的界限逐渐模糊。通过加强信息交互的规范性和效率，智能制造在生产流程的自动化升级与信息化改造方面取得了显著成效，为后续的智能化发展奠定了坚实的基础。

表1 智能制造初级阶段的时间、主要特征及优势

起始时间	主要特征	优势
20世纪80年代	<p>产品方面：数字化技术得到普遍应用，形成数控机床等“数字一代”创新产品。</p> <p>技术方面：大量采用计算机辅助设计（CAD）、工程设计中的计算机辅助工程（CAE）、计算机辅助工艺规划（CAPP）、计算机辅助制造（CAM）等数字化设计；建立信息管理系统，例如企业资源规划（ERP）、制造资源计划（MRPII）等。</p> <p>发展成果：计算机辅助设计与制造的发展催生了以计算机集成制造系统（CIMS）为标志的解决方案。</p>	<p>实现大规模、高效率的生产能力，降低生产成本，同时提高生产安全性。</p> <p>对制造过程中的各种信息与生产现场实时信息进行管理，提升各生产环节的效率和质量。</p> <p>使设计、制造、管理等各阶段相互协同，实现生产过程中各个环节的集成和优化运行。</p>

<sup>1</sup>Wright P K, Bourne D A. Manufacturing intelligence[M]. Boston:Addison-Wesley, 1988:100-102

<sup>2</sup>中国智能制造产业发展报告，北京信息产业协会，2024年4月

# 发展阶段： 数字化与网络化的深入推进

进入20世纪90年代，随着欧美日等发达国家对智能制造研究的日益重视，智能制造迎来了一个快速发展的时期。日本继续深化其“智能制造系统IMS”国际合作研究计划<sup>3</sup>，美国则设立了智能制造研究项目基金及实验基地，推动了智能制造技术的不断创新与突破。与此同时，互联网技术的迅猛发展实现了从数字化到网络化的跨越。

“互联网+”制造模式的兴起，使得产品、制造、服务等各个环节实现了更加紧密的连通和信息反馈，为制造业的转型升级提供了强大的技术支撑和创新动力。这一阶段的智能制造，不仅注重生产过程的自动化与信息化，更开始探索如何通过互联网实现资源的优化配置和高效协同，为更高层次的智能化制造奠定了坚实的基础。

表2 智能制造发展阶段的时间、主要特征及优势

起始时间	主要特征	优势
20世纪90年代	<p>产品方面：产品设计阶段实现全面数字化，部分产品能够通过网络进行连接和交互，成为网络的终端。</p> <p>制造方面：生产线实现了全面的数字化和网络化，设备间、生产线间、企业间信息互联和资源共享，生产过程更加柔性。</p> <p>服务方面：通过物联网技术提供远程监控和维护服务，企业和用户通过网络实现连接和交互，企业掌握客户的个性化需求，用户也可以参与产品全生命周期活动，企业生产开始从以产品为中心向以用户为中心转型。</p>	<p>产品设计的精确性和高效性提高的同时能够快速响应市场变化和个性化需求。</p> <p>实时监控和智能控制生产过程，实现小批量、多品种的快速生产，优化生产资源配置和协同制造。</p> <p>提高设备的运行效率，基于用户需求提供个性化定制服务，满足用户多样化需求，提升用户满意度。</p>

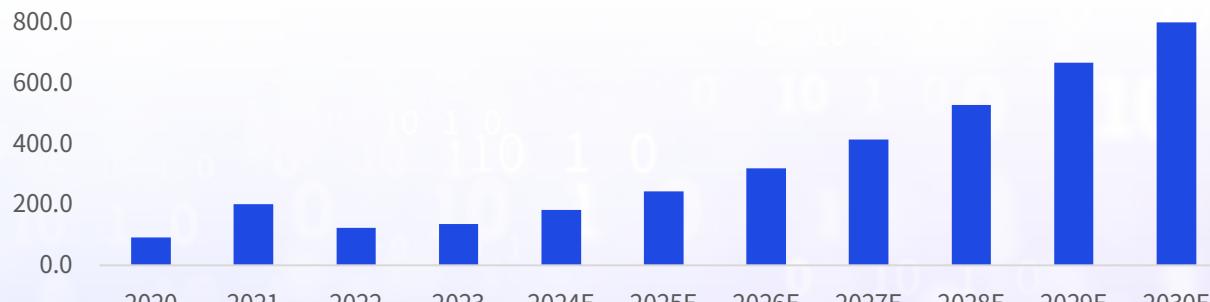
<sup>3</sup>智能制造的内涵及其系统架构探究，赛迪智库，2016年5月

# 成熟阶段： 大数据、云计算、人工智能的广泛应用

进入21世纪，随着大数据、云计算等信息技术和人工智能的快速发展及应用，智能制造迎来了一个全新的发展阶段。这一时期的智能制造，不再仅仅局限于生产过程的自动化与信息化，而是更加注重智能化、网络化、服务化的深度融合。世界主要国家纷纷制定制造业发展战略，如美国的“先进制造业国家战略计划”明确实施先进制造业战略的五大目标，同时提出“工业互联网”概念，打造基于互联网的生产制造模式，为制造业提供智能决策支持；德国的“工业4.0”战略，以信息物理系统（CPS）为核心，强调“智能+网络化”，构建智能工厂；日本的《人工智能战略》及《机器人新战略》等，均将智能制造作为推动制造业转型升级的重要抓手；欧盟发布的《欧盟新工业战略》、《欧盟数据战略》与《人工智能白皮书》共同构成欧盟“数字化转型计划”的重要组成部分；中国也发布了《中国制造2025》，明确了智能化转型的路径<sup>4</sup>。这些战略的实施，不仅促进了智能制造技术的不断创新与突破，更推动了制造业向更加智能化、绿色化、服务化的方向发展。

与此同时，随着人工智能技术的不断进步和应用场景的不断拓展，智能制造也展现出了更加广阔的发展前景。人工智能的赋能使得智能制造系统具备了自感知、自决策、自执行、自适应、自学习等特征，能够更加灵活地应对复杂多变的生产环境和市场需求。根据Statista的预测，2024年人工智能市场规模将达1,840.4亿美元，到2030年将超过8,000亿美元。人工智能的不断进步也将加速赋能制造业，推动新一代智能制造技术的形成和发展。

图1 2020-2030年全球人工智能市场规模，单位：十亿美元



来源：Statista, 毕马威分析

<sup>4</sup>中国智能制造产业发展报告，北京信息产业协会，2024年4月

82

# 中国智能制造： 发展现状与形势分析

党的十八大以来，中国制造业加速迈向数字化、网络化与智能化。作为制造业与前沿技术深度融合的产物，智能制造已成为全球科技竞赛与高端制造业博弈中的重要一环，发展备受国家的重视。经过多年的发展摸索与沉淀，当前中国智能制造业在政策护航下已取得显著的成就，行业、企业与产品的发展各具特色，正从“大”向“强”而行。

## 政策环境：

# 智能制造在政策护航下快速发展

全国范围内的竞争版图正在重塑，发展新质生产力已成为中国构筑核心竞争力、抢占未来发展制高点的重要战略选择。作为新质生产力的重要抓手，智能制造不仅是中国式现代化的必由之路，也是传统制造型企业实现数智转型升级的关键举措。为了推动制造业智能化变革，中国相继出台了一系列政策和规划，为智能制造业的发展指明了方向并提供了有力支持，从而在全球智能制造领域的竞争中赢得了先机与优势。

回顾中国智能制造的政策发展历程，2015年以前，中国尚未出台针对智能制造整体产业的发展规划与政策，但对智能制造领域的科技创新、高端装备及智能制造装备产业的关注与扶持已悄然铺开。2015年，中国实施制造强国战略的第一个十年规划——《中国制造2025》正式出台，这一国家级纲领性文件将智能制造确立为推动制造业发展的主攻方向，标志着智能制造正式上升为国家战略。

随后五年间，为细化落实《中国制造2025》，着力突破制造业发展的瓶颈和短板，国家制造强国建设领导小组启动了“1+X”规划体系的编制工作。配套的实施指南、行动指南和发展规划指南陆续发布，包括国家制造业创新中心建设、工业强基、智能制造、绿色制造、高端装备创新等5大工程实施指南，发展服务型制造和装备制造业质量品牌2个专项行动指南，以及新材料、信息产业、医药工业和制造业人才4个发展规划指南，构建起一套较为完善的政策体系。此外，地方政府亦积极响应国家号召，结合本地实际，量身定制了一系列规划与措施，形成了上下联动、协同推进的良好局面。

步入“十四五”时期，中国根据《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》，深入实施智能制造工程，以跨界融合创新为引领，加大对智能制造核心技术研发的支持力度，加速推进重点领域的数字化转型、网络化协同与智能化变革。2021年，工业和信息化部等八部委联合发布《“十四五”智能制造发展规划》，提出了中国智能制造“两步走”战略，即到2025年，规模以上制造业企业大部分实现数字化网络化，重点行业骨干企业初步应用智能化；到2035年，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。

## 图2 智能制造政策发展历程



### 起步期（2005-2014）

此阶段国家尚未出台针对智能制造整体产业的发展规划与政策，但尤为重视智能制造的科技发展，将发展智能制造渗透在一系列的科技发展规划之中，并侧重推动高端装备制造业的发展，以高端装备制造业为切入点向全面推进智能制造过渡。

#### 部分重点政策：

- 国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006-2020年）
- 智能制造科技发展“十二五”专项规划
- 高端装备制造业“十二五”发展规划



### 雏形期（2015-2016）

国家通过发布《中国制造2025》正式对智能制造进行战略部署与全面布局。该政策以智能制造为主攻方向，并明确提出了“两步走”目标，即到2020年和2025年两个时间节点，中国制造业要实现从重点领域智能化转型到全面智能化转型的跨越式发展。继后，国内首个智能制造发展规划《智能制造发展规划（2016-2020年）》发布，是指导“十三五”期间全国智能制造发展的纲领性文件。

#### 部分重点政策：

- 国务院关于印发《中国制造2025》的通知
- 智能制造发展规划（2016-2020年）



### 成长期（2017-2020）

2017年，国务院发布《新一代人工智能发展规划》，强调推动人工智能与制造业融合创新。随后，各相关部门出台了推动工业互联网、高端智能制造等规划与政策。中央层面智能制造政策的发布也极大地促进了省级和市级智能制造产业政策文本的出台。这一阶段，政策侧重于推动智能制造技术研发、应用与融合，通过资金、税收、融资等政策扶持方式，降低技术研发和应用成本，鼓励企业进行技术创新与转型升级。

#### 部分重点政策：

- 国务院关于印发新一代人工智能发展规划的通知
- 工业和信息化部关于印发《高端智能再制造行动计划（2018-2020年）》的通知
- 国务院印发《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》



### 深化期（2021至今）

2021年，《“十四五”智能制造发展规划》出台，旨在提升中国制造业智能化水平，构建智能制造发展生态，实现制造业的高质量发展。在中央智能制造政策引领下，省级和市级政府开始积极总结前述工作，并开始下一阶段的智能制造产业扶持工作。在这一阶段，政策不仅注重技术创新，还强调智能制造在重点领域智能化发展，如新一代信息技术、高档数控机床与工业机器人等领域。此外，政策还鼓励跨界融合创新，促进智能制造与人工智能等技术的深度融合，推动制造业向更高层次发展。

#### 部分重点政策：

- 工业互联网创新发展行动计划（2021-2023年）
- “十四五”智能制造发展规划
- “十四五”信息化和工业化深度融合发展规划

# 产业发展数据： 产业规模持续扩大，创新能力显著提升

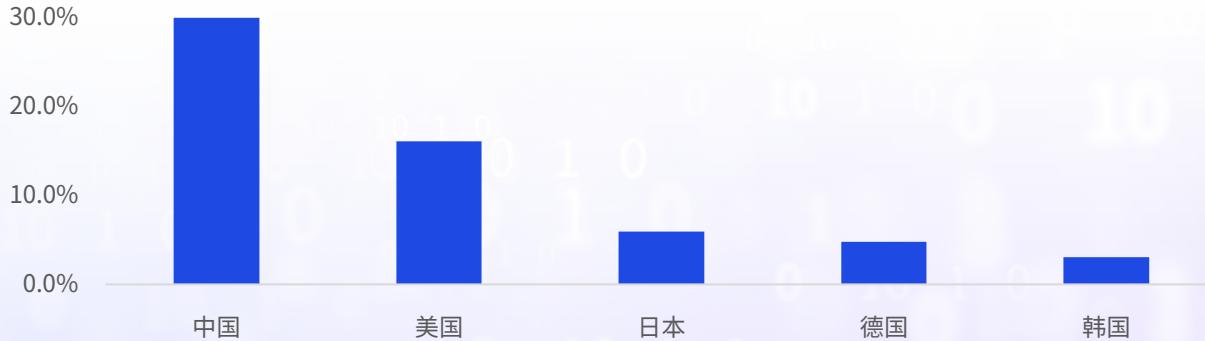
中国制造业发展稳中向好，  
继续领跑全球



2023年以来，中国经济增速稳中有进，经济态势回升向好。稳增长政策“组合拳”精准施策背景下，新型工业化深入推进，一批新产品、新场景、新技术先后涌现，制造业高端化、智能化、绿色化发展加速升级，为智能制造行业新发展格局奠定了坚实基础。

中国制造业凭借完整的产业体系、超大的规模市场和完善的信息基础设施，展现出显著优势。根据工业和信息化部副部长辛国斌表示，2023年中国制造业规模以上工业增加值实现了5.0%的同比增长，总体规模连续14年稳居全球榜首<sup>5</sup>。联合国工业发展组织发布的2023年版《国际工业统计年鉴》亦指出，中国已成为世界制造业强国。自1990年以来，中国在全球制造业增加值中的占比实现了显著增长，从最初的3.0%稳步攀升至2022年的30.7%，这一比例甚至超过了美国、日本、德国与韩国等制造业强国的总和<sup>6</sup>，彰显出强大的国际竞争力与影响力。

图3 2022年制造业最大的前5个国家及其在全球制造业增加值中的份额，单位：%



来源：联合国工业发展组织，毕马威分析

<sup>5</sup>国务院新闻办发布会介绍2023年工业和信息化发展情况，国务院，2024年1月

<sup>6</sup>2023年版《国际工业统计年鉴》，联合国工业发展组织，2023年12月

## 高技术制造业蓬勃发展， 企业主体持续壮大

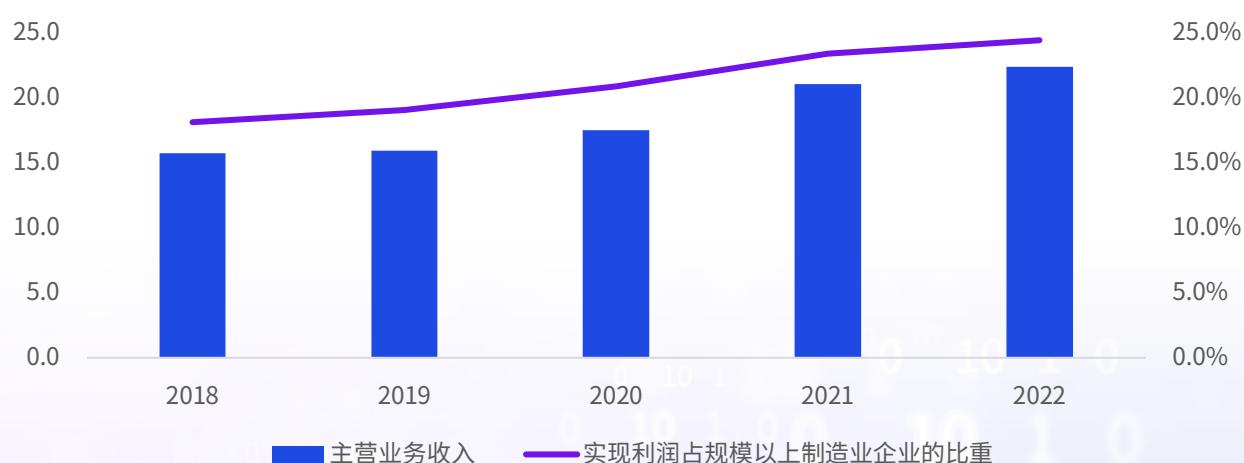


当今，全球已迈入人工智能时代，大数据、人工智能、5G等前沿技术与制造业加速融合，以高附加值、高知识密度、高技术含量为特征的高技术制造业成为智能制造发展的关键支柱，是中国实现制造强国的制胜法宝。作为科技创新的先锋力量，中国一直将高技术制造业视为战略高地，不断加大扶持力度，密集出台一系列政策措施，旨在加速产业升级与转型步伐。

在强有力的政策护航下，中国高技术产业保持稳定的增长态势。根据《中国高技术产业统计年鉴》<sup>7</sup>，2018年中国高技术产业主营业务收入为15.7万亿元，2021年正式突破20万亿元大关；2022年，高技术产业主营业务收入增至22.3万亿元，较2018年增长42.9%，五年的年均增长率为7.3%，展现出强劲的增长势头。利润方面，高技术制造业占规模以上制造业企业利润的比重由2018年的18.1%提升至2022年的24.3%，五年间增幅高达6.3个百分点，成为利润增长较快的制造业行业板块，引领作用日趋突出。

图4

2018-2022年中国高技术产业主营业务收入及其实现利润占规模以上制造业企业的比重，  
单位：万亿元，%（右轴）



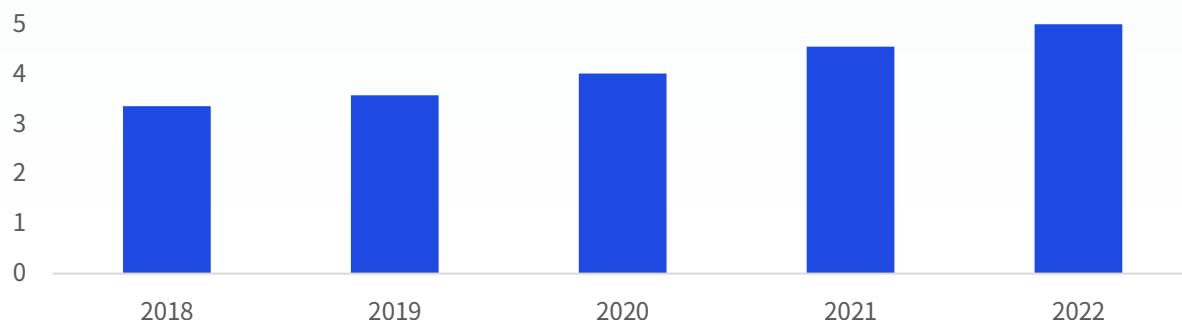
来源：国家统计局社会科技和文化产业统计司，国家统计局，毕马威分析

注：本表数据口径为年主营业务收入2000万元及以上的工业企业法人单位

<sup>7</sup>中国高技术产业统计年鉴，国家统计局社会科技和文化产业统计司，2018-2023年

企业主体方面，根据《中国高技术产业统计年鉴》，2022年中国高技术产业企业数量达到5.0万家，同比增长9.7%，与2018年相比更是上涨49.1%。作为技术创新的排头兵，高技术产业企业凭借前沿技术的研发与应用，不断拓宽市场边界，深化产业链整合，有效提升了整个高技术产业的国际竞争力和市场影响力，成为中国产业升级与经济转型的关键驱动力。高技术产业企业主体的持续壮大，体现了中国在高技术领域内的持续投入与创新能力的不断提升。

图5 2018-2022年中国高技术产业企业数量，单位：万家



来源：国家统计局社会科技和文化产业统计司，国家统计局，毕马威分析

注：本表数据口径为年主营业务收入2000万元及以上的工业企业法人单位

### 智能制造装备产业规模持续扩大，对制造业支撑作用日益凸显

自智能制造被提升至国家战略高度以来，在市场需求的强大牵引和国家重大攻关项目与国家科技重大专项的推动下，中国智能制造业产业规模不断扩大。以智能装备制造业这一关键领域为例，Statista数据显示，2023年中国智能装备制造业市场规模约3.2万亿元，同比增长19.4%，实现了较快发展。随着技术进步与市场潜力的持续释放，预计到2024年，智能装备制造业市场规模将增至近3.4万亿元，对中国制造业和经济体系建设的支撑能力不断增强。

图6 2019-2024年中国智能制造装备市场规模，单位：万亿元



来源：Statista，毕马威分析

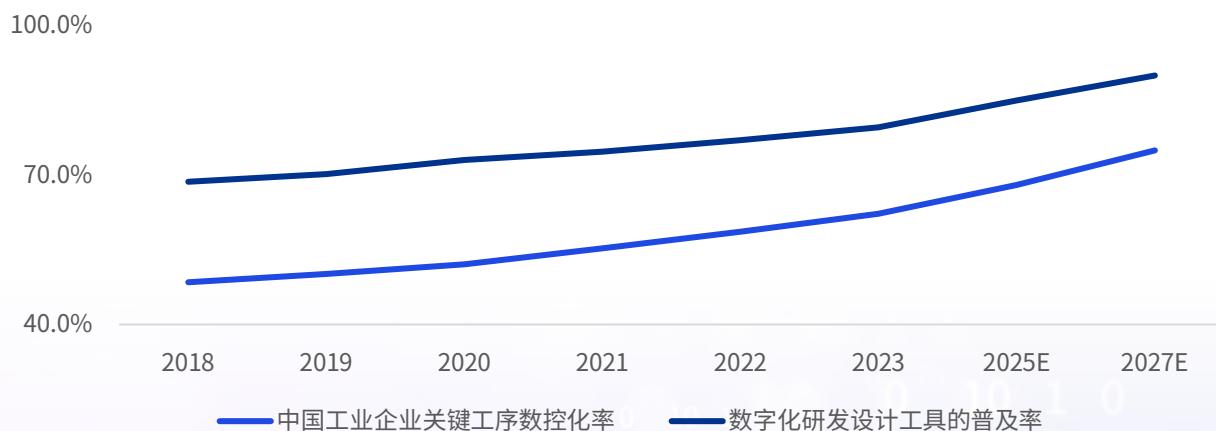
## 制造业数智化转型加快， 加速赋能实体经济转型升级



制造业数字化转型是推进新型工业化、建设现代化产业体系的重要举措。在“十四五”规划纲要中，中国提出以数字化转型整体驱动生产方式、生活方式和治理方式的变革，推进产业数字化转型。近年来，围绕加快数字化转型，工业和信息化部先后发布《中小企业数字化赋能专项行动方案》《中小企业数字化转型指南》等多个专项政策。为了满足制造业多样化、个性化需求，分行业分领域挖掘典型场景，国务院常务会议审议通过了《制造业数字化转型行动方案》，加大对制造业数字化转型的支持。

当前，中国制造业数字化转型呈现出加快发展的态势。工业和信息化部数据显示，2023年，中国规模以上工业企业关键工序数控化率高达62.2%，预计2027年将突破70%；2023年，数字化研发设计工具的普及率为79.6%；工业和信息化部预测，到2025年，数字化研发设计工具的普及率将达到85%，而到了2027年，这一比例更是有望突破90%，制造业转型成效明显，数字技术加速赋能实体经济转型升级。

图7 2018-2027年中国工业企业关键工序数控化率及数字化研发设计工具的普及率，单位：%



来源：工业和信息化部，毕马威分析

# 灯塔工厂：

## 引领制造业智能化与精细化

“灯塔工厂”又被称“工业4.0示范工厂”或“标杆工厂”，代表着全球工业制造领域先进的智能制造能力。作为“数字化制造”和“工业化4.0”的最佳范例，“灯塔工厂”将人工智能、大模型、工业互联网等第四次工业革命技术融入制造业生产的全流程，促使生产模式、管理模式以及商业模式等全方位的变革，实现前沿技术的规模化应用与全面的智能化与精细化。根据世界经济论坛发布的《全球灯塔网络：加速人工智能大规模应用》，截止2023年12月，中国已有62家工厂跻身“灯塔工厂”行列，占全球总数的40.5%，总数量位居世界之首，中国已成为全球智能制造的重要风向标<sup>8</sup>。

作为智能制造的先行者，中国的“灯塔工厂”持续赋能中国新能源汽车、电子制造、机械制造等众多行业领域，通过集成先进技术和智能化设备，实现生产效率、运营敏捷度和生态可持续性的提升，引领中国制造业迈向更加智能、高效、绿色、可持续的未来。

表3 部分“灯塔工厂”的案例及示范作用

行业类别	实现智能制造	示范效应
 汽车行业	<p>为应对市场对可靠且定制化的电动汽车日益增长的需求，某新能源汽车企业的“灯塔工厂”全面贯彻了第四次工业革命的先进理念，部署了40多个先进技术应用的实践案例，为客户提供了超过10万种的个性化配置选择，并确保了产品交付的及时性与质量。此外，该工厂不仅具有全自动化的生产线，能支持定制化产品与现货产品的混合生产，还具备互动式定制的优势，能按客户的要求生产出不同的车型，最终使生产效率提高50%、交付时间缩短33%、一次验收合格率提高8%以及制造成本降低58%<sup>9</sup>。</p>	<p>该工厂关注客户定制化需求，建设面向定制车辆的客户到制造的平台，展示了汽车行业从大规模生产向大规模个性化定制转变的新模式，为汽车行业提供了实现新增长思路。另外，该工厂在AI技术应用上提供了优秀的范例，将AI技术贯穿于生产的全流程，如工厂依赖AI控制塔完成物料自主分配，实现生产灵活自动化。该工厂还配置了可持续制造的智能微电网，是行业内践行绿色低碳的重要标杆。</p> <p>该工厂在智能制造方面的创新实践，为整个汽车行业提供了实现智能制造的参考路径，推动整个行业的转型升级和高质量发展。</p>

<sup>8</sup>Global Lighthouse Network Adopting AI at Speed and Scale, 世界经济论坛(WEF), 2023年12月

<sup>9</sup>全球灯塔网络：快速大规模采用人工智能, 世界经济论坛(WEF), 2023年12月

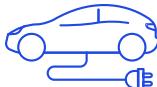
行业类别	实现智能制造	示范效应
 <p><b>电子行业</b></p>	<p>某一智能计算设备研发与制造企业的“灯塔工厂”为解决不断增长的定制化需求及持续激烈的成本与质量竞争，实施了多个第四次工业革命柔性自动化及高级分析的案例，配置了一系列自动化数字化的配套设施，含盖睡眠测试、键盘测试、扬声器测试等测试流程也均在无人流水测试线上稳定运行，在日均处理8000份客户订单且80%为单笔小于5台的定制化需求的背景下，劳动生产率提高45%，供应商质量问题减少55%<sup>10</sup>。</p>	<p>该工厂在前沿技术应用方面树立了典范，供电子行业的经营主体借鉴参考，帮助其解决智能转型过程中的难点堵点，促进行业升级跃迁。生产方面，该工厂配置基于AI技术与先进算法的端到端生产计划与调度系统，助力生产计划员快速高效制定物料齐套和排程计划，部分作业区域由智能机器人与自动化设备独立完成，熄灯后也能照常工作，减低了劳动成本，提升了工作效率。此外，该工厂在决策过程中充分利用了前沿技术的优势，深度强化AI应用技术，构建了自适应优化决策引擎，实现了实时反馈和多目标的协同优化，还利用精确先进的算法提升了AI决策的最优性，确保了决策结果的逻辑性和合理性。</p>
 <p><b>机械制造行业</b></p>	<p>随着重工行业市场呈现周期性波动与产品复杂性激增，某一机械制造企业的长沙工厂通过柔性自动化生产、人工智能和工业物联网打造了数字柔性的重型装备制造系统。此举使该工厂的产能激增123%，生产率提升98%，单位制造成本下降29%<sup>11</sup>。</p>	<p>该工厂大规模部署多种综合性数智化应用和案例，将数智化理念贯穿到整个制造工厂。生产方面，该工厂利用“工厂智能大脑”全程调度，实现‘一张钢板进、一台泵车出’的智能制造全过程，还应用数字孪生技术进行灵活生产。流程管理方面，工厂利用工业物联网操作系统优化流程，打造智能产品、智能制造、智能运营场景，推动业务数智化发展，提升企业数智化能力与竞争力。物流运输方面，工厂配置大量工业机器人、自动引导运输车与智能航车与智能物流系统，准时交货率大大提升。</p>

<sup>10</sup>全球灯塔网络：续写工业4.0新篇章，世界经济论坛（WEF），2023年1月

<sup>11</sup>2022年度新增11家世界灯塔工厂一览，世界经济论坛（WEF），2022年10月

# 智能产品出海： 从“中国制造”迈向“中国智造”

2023年，中国以电动载人汽车、锂离子蓄电池、太阳能电池为代表的“新三样”智能制造产品合计出口1.06万亿元，首次突破了万亿大关，“新三样”已成为中国制造业走向世界的新名片。在全球产业链重构和技术革新驱动下，中国智能制造企业海外的竞争力提升的同时，在全球价值链中的地位也得到进一步的提高，实现从“中国制造”向“中国智造”的转变。在这个过程中，不同行业的智能制造产品在全球的表现也各有特色，亮点纷呈。



## 新能源汽车备受青睐，欧洲、东南亚成主要市场

在全球低碳转型和碳达峰碳中和目标驱动下，新能源汽车产业无疑成为发展最迅猛、前景最广阔的新赛道之一。根据工业和信息化部的数据，2023年中国新能源汽车渗透率达到31.6%<sup>12</sup>，领跑全球；预计到2024年，中国新能源汽车的渗透率将接近40%<sup>13</sup>。中国新能源汽车产业规模世界领先，供应链完整、稳定，产品力强。兼具技术和成本优势的新能源汽车产品，正逐步赢得国内外消费者的广泛认可与信赖。

欧洲和东南亚是中国新能源汽车海外拓展的两大主要市场。乘用车市场信息联席分会秘书长表示，2023年中国新能源乘用车出口共173万台；在出口量排名前十的国家中，欧洲地区的占4席，东南亚的占2席，反映出国际市场对中国新能源乘用车的高度认可和需求增长<sup>14</sup>。

<sup>12</sup>国务院新闻办发布会介绍2023年工业和信息化发展情况，国务院，2024年1月

<sup>13</sup>2024新能源汽车消费洞察报告，中国汽车工业协会，2024年5月

<sup>14</sup>专家解读 | 2024年1-2月中国汽车出口市场分析，中国汽车流通协会，2024年3月

值得注意的是，面对中国新能源汽车的竞争，欧盟委员会于2023年10月正式对中国电动车产业启动了反补贴调查程序。这一调查在历经近一年的审慎考量后，欧盟委员会于2024年7月发布公告，宣布自当月5日起，对从中国进口的电动汽车实施临时性反补贴税措施，该措施将持续最长四个月的时间。在此期间，欧盟成员国将进行投票表决，以决定是否将此临时性措施转化为长达五年的正式关税制度。此举无疑对中国新能源汽车企业构成了显著的市场压力，但同时也激发了企业积极应对、主动求变的动力。为了有效规避高额的加征关税，并更深入地开拓欧盟这一拥有超过四亿人口的庞大市场，中国新能源汽车企业正加速推动部分产业链环节转移至欧盟地区。



### 消费电子产品领跑出海浪潮，东盟成出口新兴市场

在技术持续革新的推动下，5G、人工智能与新材料工艺加速融合。当前，中国消费电子企业已从原始生产制造商逐渐向原始设计制造商转型，并朝着原始品牌制造商进化发展，以打造具有全球影响力的品牌。中国消费电子产品因其形式多样、应用场景多元且技术先进，深受国内外用户欢迎。根据Statista，2023年，在全球消费电子市场中，中国的销售额为2,105亿美元，占全球总销售额的22.0%，而东亚市场上，中国以77.9%的销售份额占据主导地位。

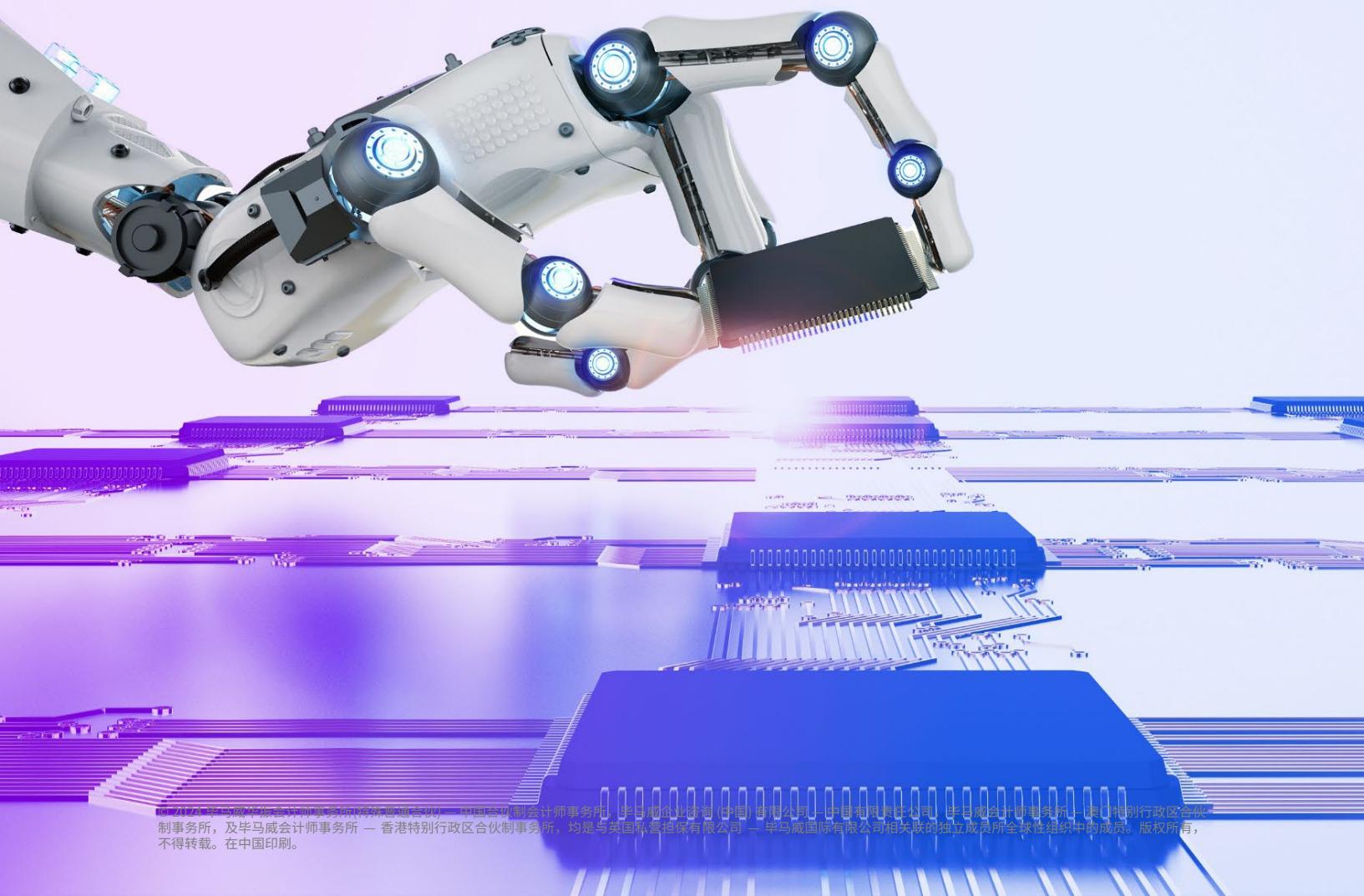
长期以来，欧洲与北美洲都是中国消费电子产品出口的主要市场。智能手机、平板电脑及笔记本电脑方面，根据海关总署的数据，2023年中国智能手机、平板电脑及笔记本电脑向欧洲和北美洲出口1.2亿台，占全部出口量的30.7%；以彩电、冰箱、空调及洗衣机为代表的智能家电，2023年向欧洲及北美洲出口约8千万台，占出口总量的接近一半份额。但由于欧盟正在将这类产品进口需求逐渐转移至越南、印度等成本更为低廉的新兴市场经济体，我国对欧盟出口劳动密集和消费电子产品持续走弱，2018-2023年出口份额合计下行11.5个百分点。

值得注意的是，随着《区域全面经济伙伴关系协定》的生效，东盟逐渐成为中国消费电子出口的新兴市场。根据海关总署的数据，2023年中国向东盟出口智能手机、平板电脑及笔记本电脑约4千万台，占总体出口量的9.8%；出口彩电、冰箱、空调及洗衣机等智能家电超两千万台，占整体出口量的12.2%。

当前，欧美等西方国家正积极倡导并实施供应链的多元化策略，以应对全球供应链的复杂性与不确定性。在此背景下，众多国际企业出于自主规划或市场压力，纷纷采取“中国+1”战略，即在保留中国生产基地以满足本土市场需求的同时，将重要部分的产业链环节迁移至中国周边国家，旨在利用这些地区的区位优势与成本优势，向全球市场稳定供应产品。此战略转型不仅体现了企业对供应链韧性与灵活性的追求，也促使西方国家与东盟等区域经济体之间的合作日益紧密。西方国家正加强与东盟成员国的合作伙伴关系，通过政策协调、投资促进与贸易便利化等举措，共同构建更加多元化、均衡化且富有弹性的全球供应链体系。这一趋势不仅为东盟国家带来了经济发展的新机遇，也进一步加深了全球供应链网络的复杂交织与相互依赖。

83

# 智能制造未来展望： 五大趋势深度洞察

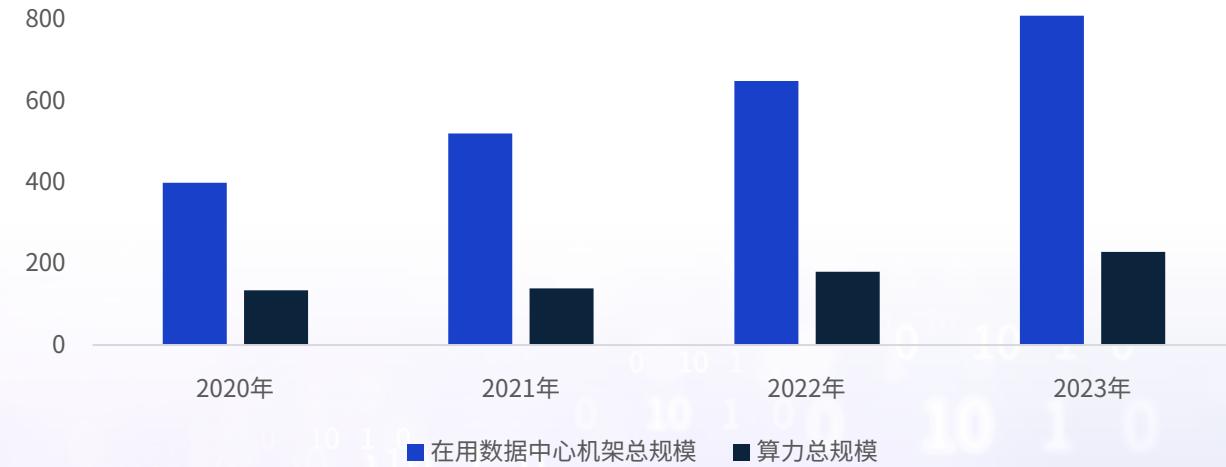


# 算力显著增长与应用深化： 驱动智能制造创新发展

2023年，生成式人工智能应用和工具产品实现破圈式发展。为满足人工智能大模型训练和应用过程中对计算、网络和存储的需求，实现更精准的执行能力和更强大的场景可迁移性，构建大规模、高速响应、高精度及卓越性能的算力基础设施变得至关重要且刻不容缓。

在此基础上，中国算力规模保持快速发展。根据工业和信息化部数据，截至2023年末，中国在用数据中心机架总规模超过810万标准机架，中国算力总规模已达到230EFLOPS（即每秒230百亿亿次浮点运算）<sup>15</sup>，位居世界第二。与此同时，以闪存技术为代表的先进存储能力也在不断提升，为算力应用于下游各行各业的数字化转型提供了强大支撑，进一步推动了人工智能技术与实体经济深度融合。

图8 2020-2023年中国算力规模，单位：万标准机架，EFLOPS

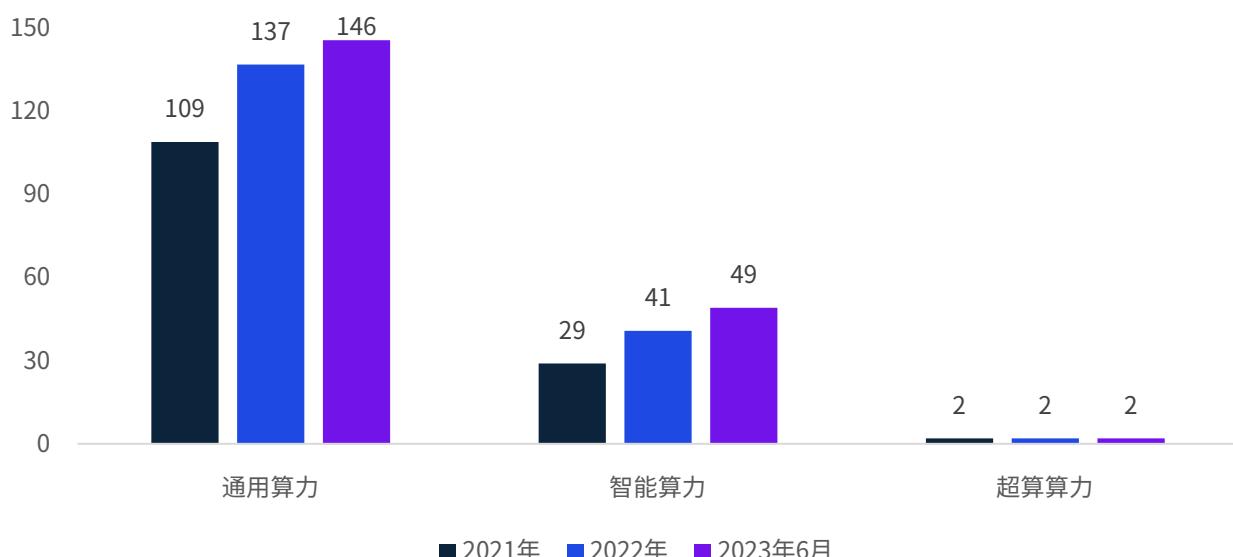


来源：工业和信息化部，国家数据局，毕马威分析

<sup>15</sup>国务院新闻办公室新闻发布会，工业和信息化部副部长单忠德答记者问，2024年4月

随着算力基础设施向云数据中心和智算中心迭代、计算架构升级，算力服务的范畴已远远超越传统通用计算的界限，向智能化计算与超级计算领域深度拓展。截至2023年6月底，中国智能算力规模为49EFLOPS，占整体算力规模的超四分之一，同比增速高达45%，较算力规模的整体增速高15个百分点<sup>16</sup>。智能算力的崛起，正通过革命性地重塑基础架构中的算力调度与组合模式，应对大模型时代下企业对高性能集群式算力需求激增的挑战。针对传统算力资源虚拟化共享机制难以高效支撑这一需求的现状，智算通过构建统一的计算平台，实现了跨厂商、跨指令集、跨规格计算资源的无缝整合与高效管理。这一创新举措不仅极大地促进了算力的灵活调度与优化配置，更将算力资源从潜在的生产要素转化为推动经济社会发展的强大生产力。

图9 中国算力规模结构，单位：EFLOPS



来源：中国通信院，毕马威分析

<sup>16</sup>中国综合算力指数（2023年），中国通信院，2023年8月

算力规模强劲增长与结构升级成为推动千行百业数字化转型的最大驱动力之一。清华大学联合国际数据公司发布的《2022-2023全球计算力指数评估报告》显示，制造业、互联网、金融、政府和电信市场是全球算力市场中部署水平最高的五大行业<sup>17</sup>。其中，制造业是全球算力水平最高的传统行业之一，其2021年算力支出占全球的12%，仅次于金融业。这一数据不仅印证了制造业对算力资源的高度依赖与广泛应用，也预示着未来算力技术将进一步深度融入制造业生产流程，引领传统产业升级换新，迈向智能化、高效化的新纪元。

图10 算力产业链及下游行业应用渗透率



来源：中国信息通信研究院，毕马威分析

<sup>17</sup>2022-2023全球计算力指数评估报告，清华大学联合国际数据公司，2023年7月

当前，制造业正经历着前所未有的变革，通过信息技术与制造技术的深度交叉融合，不断衍生出新的应用方向，算力业务的效能边界被不断拓宽。智能产线、预测性维护、运营优化以及实时监控，作为智算技术赋能制造业转型的四大核心应用场景，正引领着产业向智能化、高效化方向迈进。

表4 智算技术四大核心应用场景

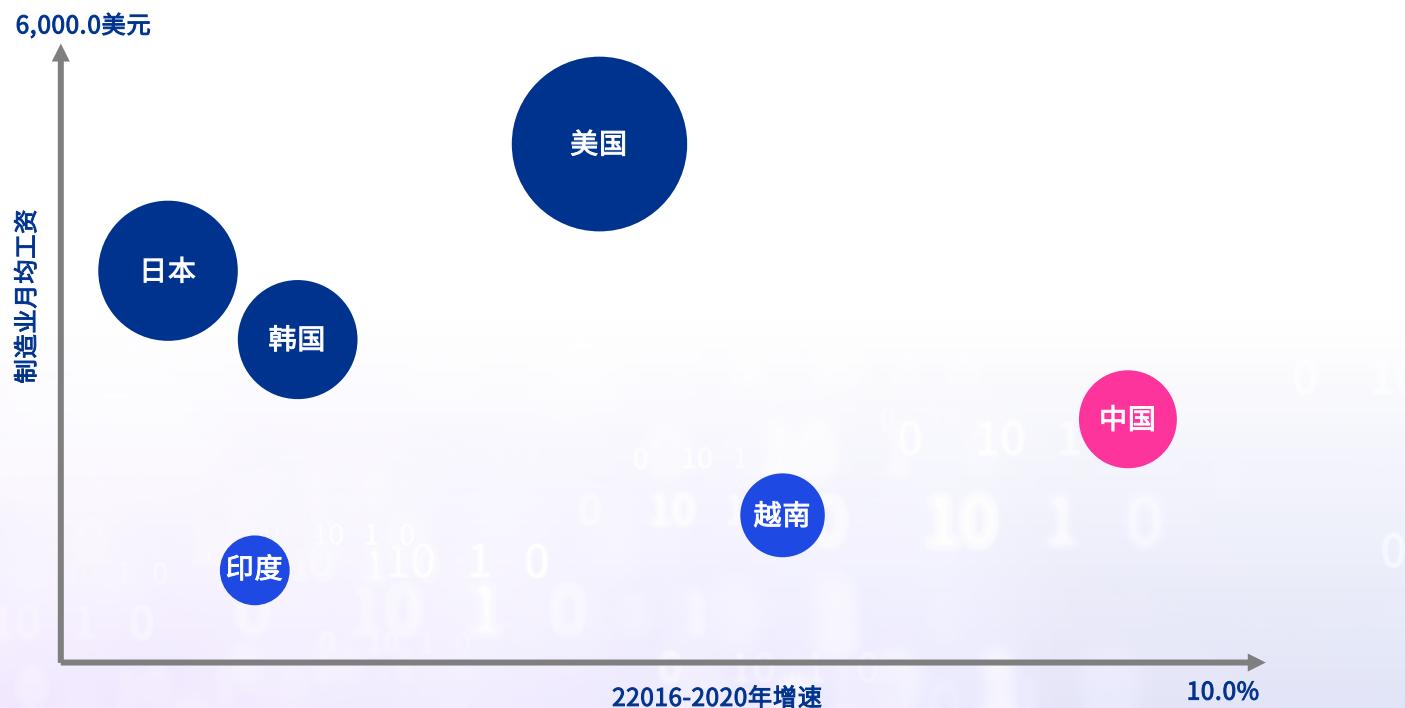
智算应用场景	行业实践	效能
 <p><b>智能产线：</b>生产线管理自动化，实现产品性能和质量的可视化预测及自动化复检</p>	<p>某上市民爆器材国家高新企业的数码电子雷管全自动智能生产线投产，在芯片焊接、卡口检测等关键工序应用智能化视角检测系统</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 安全：从防护罩下工人操作转向远距离鼠标操作，危险品与人员全程无接触</li> <li>· 提效：日产数码电子雷管2,000发以上，储能提高1倍</li> </ul>
 <p><b>预测性维护：</b>异常数据捕捉与分析，预测设备故障可能性和维护需求</p>	<p>2019-2023年，数据中心业务中断损失超过10万美元的比例从39%上升至71%。预测性维护已成为互联网巨头、ICT智能终端提供商等数据中心基础设施的标配</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 范围扩大：从电容等易损件的寿命预测到设备的热失控预警、制冷系统的漏液预警</li> <li>· 提效：数据中心的故障响应时间大幅缩短40~80%</li> </ul>
 <p><b>运营、工况分析和优化：</b>优化生产流程中的潜在问题，降低成本并改进产品设计</p>	<p>某动力系统国有大型企业集团通过与算力硬软件领域巨头合作，部署超大型商用算力平台，破解了关键数据库性能瓶颈、老旧存储效能利用、数据分散及安全性等痛点</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 生产流程创新：敏捷柔性智能制造模式</li> <li>· 降本增效：运营成本下降31%，服务受理时间缩短50%</li> </ul>
 <p><b>实时监控：</b>收集和分析大量数据（如温度、压力、震动等）以及设备的工作状态和性能指标</p>	<p>半导体制造工厂设备参数相互关联复杂度高，周期波动短（秒甚至毫秒级），难以依靠工程师手动监控。某国内EI厂商通过先进过程控制(APC)来提升制程的控制能力，通过建模实时监控提高设备效率</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 提效：数百名工程师一年的工作量缩短至2-3个月完成</li> <li>· 准确性：分类准确率提升超过10%</li> </ul>

# 高度自动化与智能化生产： 提升生产效率与质量

随着国民经济的持续发展和人均国民收入的逐步提升，中国制造业人力成本优势正逐渐减弱。2000年，中国制造业人均工资为每年1,057美元，仅相当于日本同期人力成本的3%。2021年，中国制造业人均工资提升至每年14,295美元，接近日本同期的50%。

与此同时，以泰国为代表的东南亚国家在人力成本方面呈现出不同的增长轨迹。2000年，泰国的制造业人均年工资为1,789美元，略高于中国；但至2021年，其人均工资增长2.8倍，至5,089美元，约为同期中国制造业人均工资的1/3。在全球经济一体化下各国劳动力市场的动态调整，也预示着中国制造业在转型升级过程中需要更加注重技术创新、效率提升及价值链的重塑，以应对成本上升带来的挑战，并持续保持国际竞争力。

图11 2020年制造业人均工资及近5年（2016-2020年）增速对比



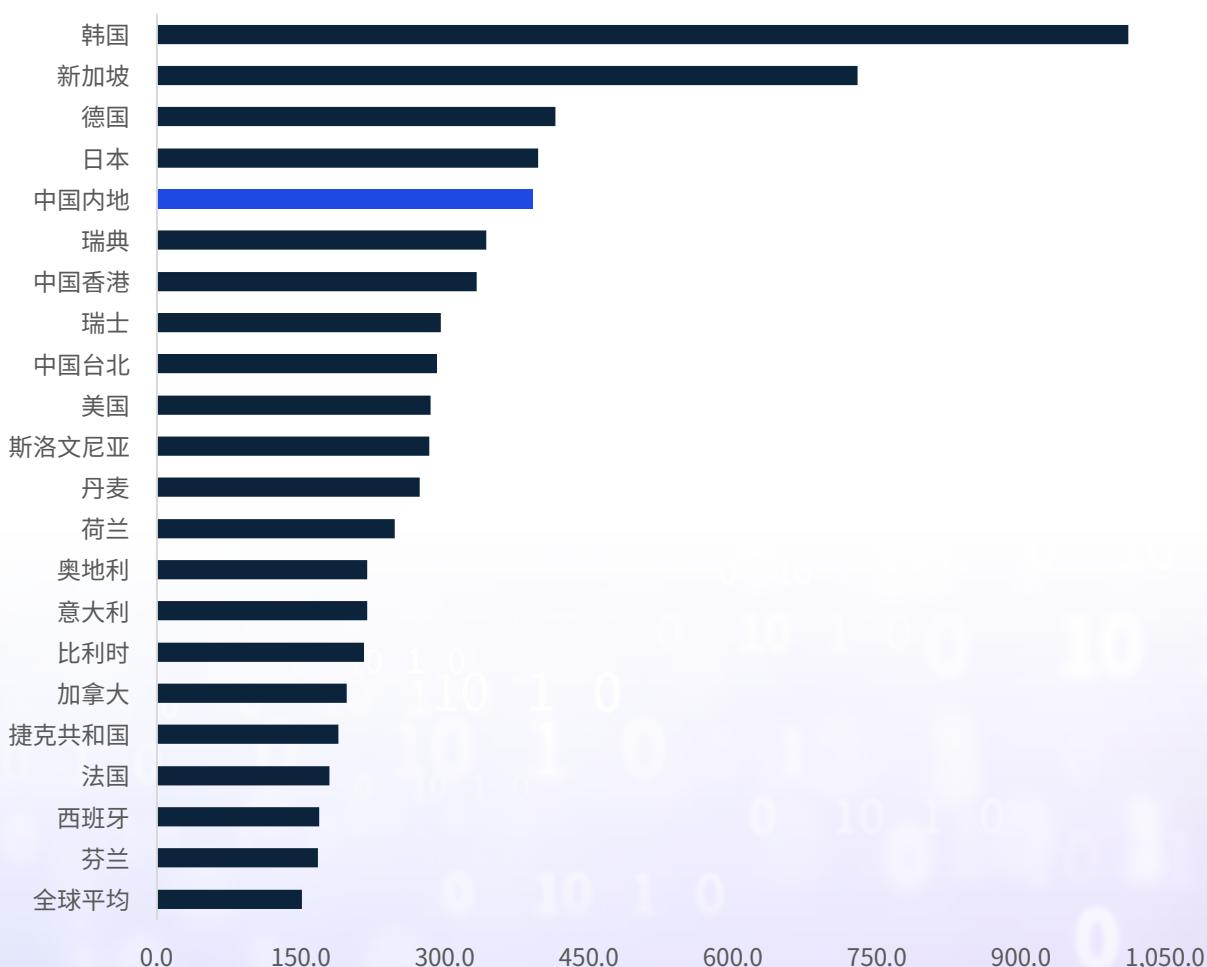
来源：公开信息整理<sup>18</sup>，毕马威分析

<sup>18</sup>从中国制造迈向中国创造，经济日报，2022年11月

如今，人力成本持续攀升且显著高于周边国家，中国制造业受到的影响却相对较小，这主要得益于中国企业在全球新一代工业技术革命中的引领地位，特别是在自动化与智能化基础设施建设、以及产业链与供应链配套体系的完善方面，中国展现出了显著的领先优势。以工业自动化设备的重要分支工业机器人为例，其广泛地应用于中国制造业的各个生产环节，如焊接、机械加工、搬运、装配、分拣、喷涂等，有效地提升生产效率与精度。

根据国际机器人联合会发布的《2023世界机器人报告》<sup>19</sup>，2023年中国工业机器人密度名列全球第4，而印度、越南和墨西哥等国，排名前20名以外，与中国相比，存在较大的差距。装机量方面，2023年中国工业机器人的装机量在全球的占比超过50%。中国工业机器人安装量约为日本的6倍，美国的7倍，韩国的10倍。中国制造业对自动化技术的强烈需求与广泛应用，也推动着中国在工业自动化与智能化道路上的加速前行。更为关键的是，中国并未止步于工业机器人的简单应用，而是积极探索5G、人工智能等前沿技术与制造业的深度融合。通过这一创新路径，中国正加速推动制造业向更加智能、高效、灵活的方向转型。

图12 工业机器人密度全球排名情况，单位：工业机器人数量/每万名职工



来源：国际机器人联合会，毕马威分析

<sup>19</sup>2023世界机器人报告，国际机器人联合会，2023年10月

自工业3.0时代迈入工业4.0的新纪元，制造行业正经历着一场深刻的变革，其核心在于从机械自动化向数字自动化的跨越式转型。在这一转型过程中，人工智能与机器学习等前沿数字技术的深度融入，为生产系统赋予了前所未有的自学能力、自适应能力及智能决策能力。通过海量数据的收集与分析，借助先进的算法与模型进行精准预测与优化，生产流程得以智能化调整与控制，实现了从生产加工到管理决策的全方位智能化升级。

以某全球领先的煤矿综采技术与装备供应商所打造的数字化灯塔工厂为例，该工厂充分利用了5G通信技术、物联网系统的强大连接能力，以及企业自主研发的“数字孪生系统”这一创新技术，成功构建了覆盖产品全生命周期的数字自动化生产体系。从产品设计之初的灵感碰撞，到精选材料的严格筛选，再到生产制造的精细执行，直至最终产品交付的每一个环节，实现全流程数字自动化。

表5 数字自动化的优势以及应用场景

数字自动化优势	应用场景	效能
 降低制造企业的综合成本	<ul style="list-style-type: none"> <li>通过机器代人或人机协同方式提高劳动生产效率，减少人工成本</li> <li>利用视觉算法等手段提升检测一致性和稳定性，降低产品不良品率，减少因质量问题造成的经济损失</li> <li>物联网、大数据、区块链等技术应用加速产融结合，精准刻画企业经营行为、评估企业资产状况，为供应链企业提供更低价格的信贷资金</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>制造成本降低60%</li> </ul>
 提质增效	<ul style="list-style-type: none"> <li>数据驱动代替经验判断，全面优化生产流程，改善制造工艺，提高生产效率</li> <li>科学高效排产，提高设备利用率；集成数智技术提高生产执行精度，确保产品质量</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>生产效率提升2倍以上、百架生产交期由28天缩短至9天</li> </ul>
 减少能源资源消耗	<ul style="list-style-type: none"> <li>通过物联网连接设备可以实时在线监测和控制能源和资源使用情况，提高能源资源利用效率</li> <li>利用智能化节能减排设备或解决方案替换落后产能和生产工艺，实现绿色生产</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>空间利用率提升50%以上</li> </ul>

# 数据驱动的决策与优化： 实现精细化管理与运营

在制造业实现高质量发展的战略机遇期，智能决策正成为推动制造业数智化转型的新动能，其驱动因素在于：

- 企业管理模式的深刻变革。**随着企业从传统的线性增长模式迈向复杂能力网络的构建，多产业协同、全球化供应链的深度融合，以及生产方式向个性化、定制化、灵活化的深刻转型，均要求企业构建一套能够横跨战略、市场、营销、制造、原料等全链路的智能决策体系，以应对日益复杂的业务网络和管理挑战；
- 数据标准化与流程信息化的双重筑基。**数据标准化作为企业数字化转型的基石，通过传感器、PLC、RFID等先进技术以及数据库系统的广泛应用，实现了数据的快速采集、传输、存储与处理，为流程的信息化改造提供了坚实的数据支撑。在此基础上，企业借助CRM、ERP、APS、MES、WMS、TMS等信息系统，构建起覆盖供应链全链条的信息化管理体系，实现了数据的无缝对接与高效流转。进一步地，企业依托大数据、人工智能及运筹优化算法，通过决策优化系统的引入，将供应链管理推向了智能化决策的新高度。

面对长期以来一些国际品牌在国内商业决策智能化市场的主导地位及其高昂的成本门槛，国内企业积极投身工业级别求解器的自主研发，致力于打破技术垄断，降低应用成本。近年来，国内企业纷纷开始了工业级别求解器方面的研发，支持智能决策技术实现面向设备、面向生产、面向运营、面向产业链的全场景赋能。制造业智能决策最佳实践案例表明，智能决策已经帮助领先企业实现业绩突破与业务变革。

图13 智能决策VS传统决策



来源：国际数据公司，毕马威分析

制造业企业在建立面向整条供应链的智能决策解决方案中，致力于将大数据、人工智能与运筹优化等前沿技术深度整合，以标准化产品为基石，迅速响应个性化需求，实现快速定制开发。这一优化策略横跨了从底层基础设施到上层应用系统的三大层次，构建起全方位、立体化的智能决策生态。

图14 制造业智能决策解决方案



来源：公开信息整理<sup>20</sup>，毕马威分析

#### · 底层架构：高性能与可扩展性优化求解器的深度定制

针对不同类型决策问题设计开发的各类优化求解器。面对不同制造企业的需求以及更为复杂的业务场景与决策问题，行业致力于提高求解器的性能和扩展性，在其内部设置丰富的约束条件和目标函数，通过支持多线程并发、二次开发和远程API调用等，缩短算法设计、开发和部署的时间，支持丰富的业务场景。

以某高科技制造企业自主研发的求解器为例，该求解器在优化算法与人工智能技术的融合上实现了突破性的创新。在供应链物料需求计划（MRP）等关键应用场景中，其表现尤为出色，相较于当前主流求解器，总效率提升近30%。这一显著优势已在多个产学研合作项目中得到验证，如在某智能设备制造基地的包装产线上，该求解器通过优化小料上架与补料推荐等调度引擎，成功降低了产线长期开线时长3%以上，显著提升了生产效率与经济效益。

<sup>20</sup>决策智能：推动制造业供应链数智化转型的新动能，物流技术与应用，2022年8月

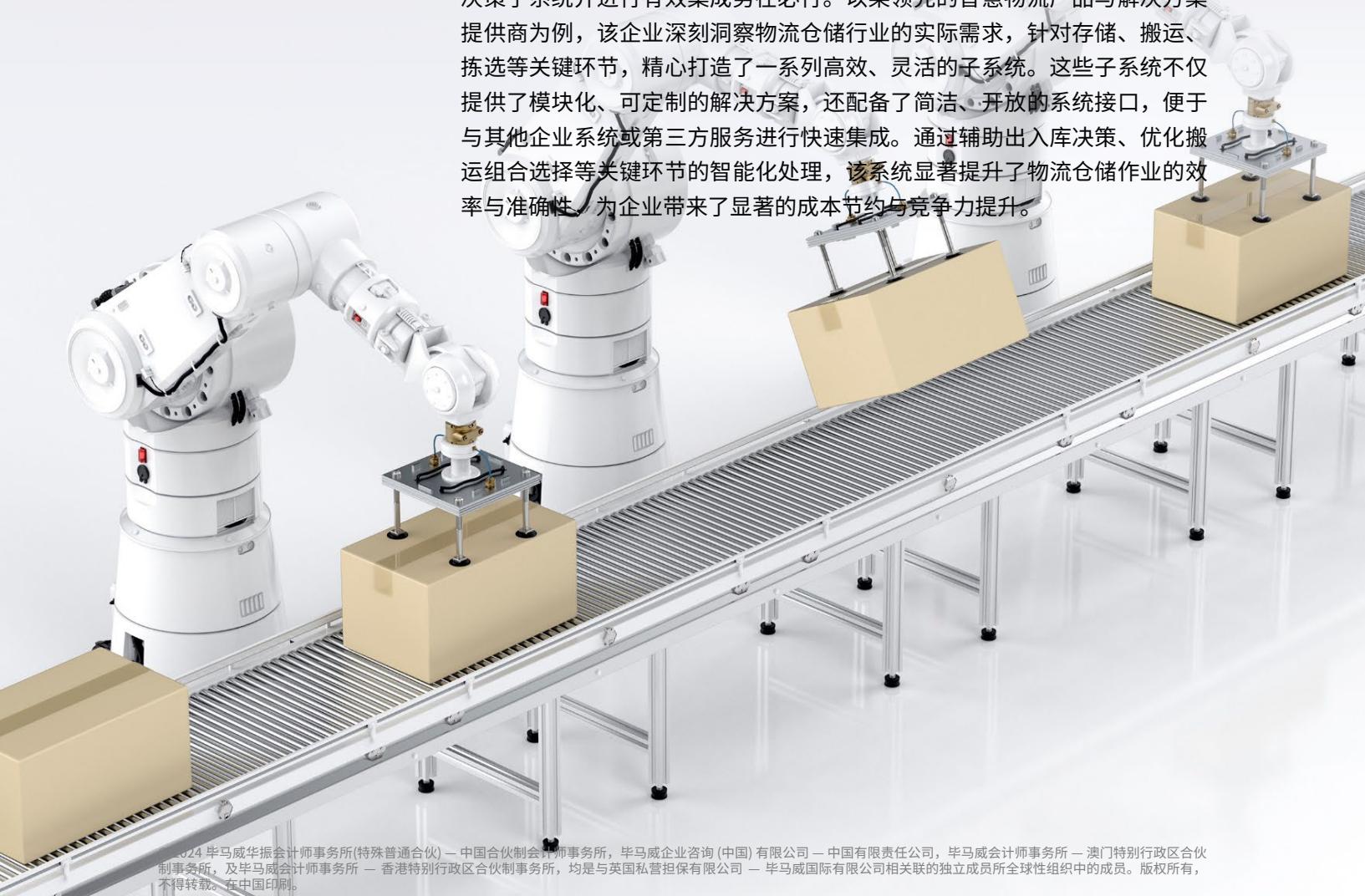
### · 中台核心：融合运筹优化与机器学习，赋能制造业全场景智能决策

针对不同的制造业场景，将传统的运筹优化算法和机器学习算法相结合。针对销量预测等前瞻性场景，充分利用机器学习技术的强大能力，通过强化学习、深度学习等前沿算法，深入挖掘海量数据中的潜在规律，驱动预测模型不断优化，实现更为精准的销量预估。以某中国顶尖零售连锁品牌为例，其采用多种机器学习集成算法，智能筛选与销量紧密相关的库存数量、门店位置等关键因素，构建了高效的促销智能预估模型，显著提升了预测准确率，为企业的市场策略提供了有力支持。

而在人员排班、补配货等规划、调度类场景中，运筹优化技术基于对现实问题进行准确描述刻画来建模，通过在一定约束条件下求目标函数最优解，可以形成具备可解释性的结果。以某生物医药企业为例，面对疫情等突发事件导致的市场需求剧烈波动，该企业通过引入运筹优化技术支撑的智能决策平台，成功实现了对后端生产、物料、运输等环节的全面优化。该平台根据车间工艺特点及生产限制条件，统筹协调整体资源，精准制定排产计划，不仅提升了订单达成率，还帮助企业每年节省综合成本约百万元，有力推动了企业的可持续发展。

### · 系统整合：构建多子系统协同的智能决策优化生态系统

针对典型的决策优化问题，智能决策优化系统可由设施选址系统、高级计划排产系统、运输专家系统、装箱专家系统、仓储管理系统等多个子系统组成。制造业的日常运营往往涉及供应链管理中的多个关键环节，定制所需的智能决策子系统并进行有效集成势在必行。以某领先的智慧物流产品与解决方案提供商为例，该企业深刻洞察物流仓储行业的实际需求，针对存储、搬运、拣选等关键环节，精心打造了一系列高效、灵活的子系统。这些子系统不仅提供了模块化、可定制的解决方案，还配备了简洁、开放的系统接口，便于与其他企业系统或第三方服务进行快速集成。通过辅助出入库决策、优化搬运组合选择等关键环节的智能化处理，该系统显著提升了物流仓储作业的效率与准确性，为企业带来了显著的成本节约与竞争力提升。

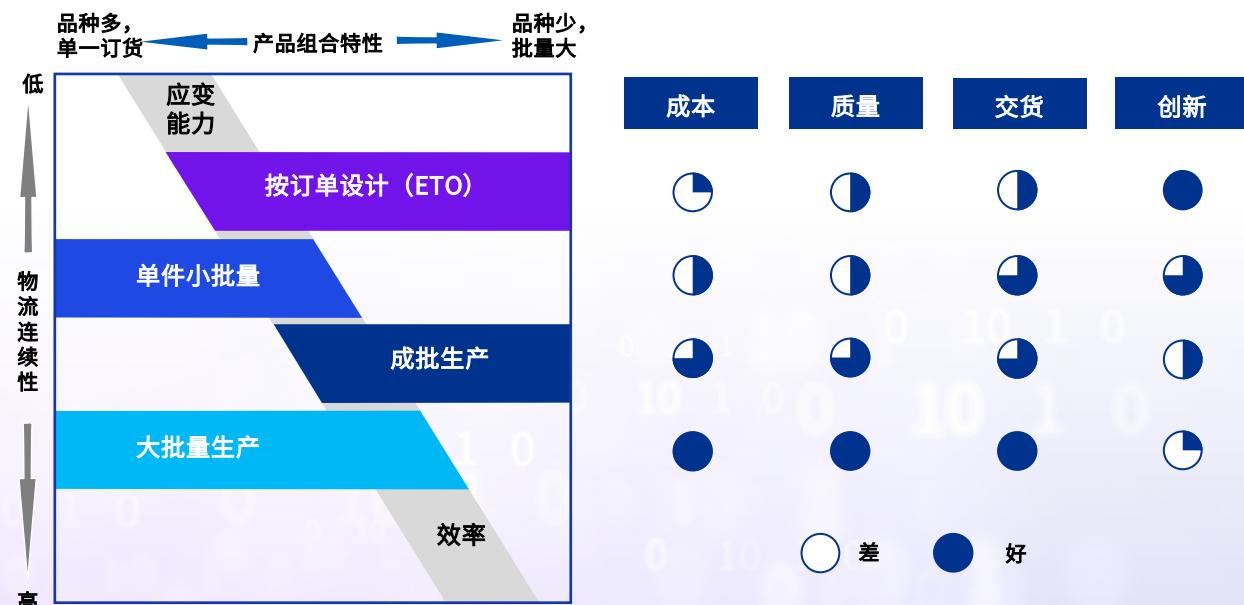


# 个性化定制与柔性生产： 满足市场多样化需求

伴随着消费结构的不断升级与多元化，“以产定销”的传统生产模式已难以充分响应市场及消费者日益增长的多样化、个性化、定制化及时效性需求。买方市场的崛起和消费者偏好的快速变化，促使市场对“多样化、小规模、周期可控”的生产模式展现出前所未有的渴求。这一趋势构成了强大的驱动力，迫使制造业深刻反思并转型其生产模式，逐步向以消费者需求为核心导向的产供体系迈进。

在此过程中，制造业经历了一场从“粗犷型”向“精细化”的深刻转变，不仅追求产品质量的精益求精，更在生产灵活性与响应速度上实现了质的飞跃。柔性制造模式应运而生并迅速普及，并以其高度灵活的生产组织方式、快速适应市场变化的能力以及对个性化需求的精准满足，成为了制造业转型升级的重要路径。通过柔性制造，企业能够灵活调整生产计划，快速响应市场变化，实现小批量、多品种的定制化生产，从而更好地满足消费者多样化的需求，提升市场竞争力。

图15 产品需求变动驱动生产模式向柔性制造转型



来源：公开信息整理<sup>21</sup>，毕马威分析

<sup>21</sup>《中国柔性制造行业报告》，智研产业研究院，2023年9月

《从“中国制造”转向“中国智造”，柔性制造充当了什么角色？》，新工业洞察，2022年6月

表6 柔性制造VS刚性制造

	刚性制造	柔性制造	关键指标
生产模式	采用生产线工艺，在生产过程中需要生产大规模相同产品，缺少生产适应性	采用生产定制化的工艺流程，更能适应市场需求和产品多样性	<ul style="list-style-type: none"> <li>产能：产量提高 <b>60~300%</b></li> </ul>
生产效率	生产线设备通常是专业化的，生产效率较高，但在生产线调整和转换时需要耗费大量的时间和成本	设备更灵活，能快速调整生产效率，但是单个产品的产量可能较刚性制造低	<ul style="list-style-type: none"> <li>生产周期缩短 <b>20%~67%</b></li> <li>研发周期缩短 <b>20%</b></li> </ul>
生产规模	批量生产，生产规模较大	更适合小生产批量，生产规模相对较小	<ul style="list-style-type: none"> <li>资源综合利用率提升 <b>15%</b></li> <li>产线切换时间节降 <b>80%+</b></li> </ul>
生产成本	具有固定的生产线布局和设备布局，生产成本更低效（考虑到非使用时间段的设备闲置）	在生产不同类型和批量的产品时更具有竞争优势，但设备成本较高	<ul style="list-style-type: none"> <li>停产恢复速度提升 <b>50~100%</b></li> </ul>

来源：公开信息整理<sup>22</sup>，毕马威分析

对于制造业而言，柔性制造不是一个单点能力，而是企业整体系统组织能力的全面体现。企业需要柔性物流、柔性控制、柔性调度、柔性生产计划，并在此基础上完成柔性生产，考验的是生产线和供应链的反应以及协同速度，用例覆盖全价值链各环节。

表7 柔性制造应用环节及行业实践

	柔性制造应用环节	行业实践
	<b>产品研发：</b> 利用大数据挖掘用户需求，通过数字孪生进行快速迭代设计，打造新品研发储备，客制化大幅增长	某上市机器人骨干企业，应用能够柔性改造的工业机器人配套周边系统，面向多领域应用研发出了多款特色伺服产品，如面向机械手专用的高性价比多合一驱动器。
	<b>生产制造：</b> 柔性自动化技术结合工厂数字系统、机器视觉、数字打印等技术，实现无缝对接、快速切换	某机械制造民营企业落地数字化车间建设项目，打造高柔性全自动生产线，实现多规格产品高效制造。
	<b>渠道管理：</b> 高阶分析进行需求预测，多级经销商销售，库存数据透明可见，统筹优化渠道库存	某全球知名品牌羽绒服装企业供应链管理持续升级，通过期/现货商品运营模式、拉式补货、快速上新及小单快返的形式支持不同渠道的更快周转周期及效率，打造柔性快返的竞争优势。

<sup>22</sup>柔性制造和刚性制造的区别，电子发烧友，2023年4月

# 互联与协同： 实现全链条优化与协同

智能制造技术，融合了技术化、信息化、互联网与智能化四大层次的先进体系，正引领着企业迈向数据驱动时代。通过这些技术的深度应用，企业能够轻松实现数据的跨系统采集、无缝传输、智能分析及高效应用，进而精准优化生产流程，提升整体运营效率。数字技术发展与新业态涌现的同时，全链条的优化与协同成为了推动制造业智能化转型的强劲引擎。这一进程的核心，在于打破企业间的信息孤岛，实现多源信息的自由流动与深度交互，并依托全链条协同优化技术的开发，构建更加紧密的产业生态。同时，对制造全过程的系统性规划、精细化建模、仿真验证以及持续优化等技术的突破，也为智能制造的深入发展提供了坚实的支撑。在此过程中，企业积极拥抱数字赋能型服务，灵活调整供应链管理和现场服务业务模式，构建起完善的内部与外部物联网体系。

表8 企业实现全链条优化与协同的案例

关键点	过程	效能
建立完善高效的上下游供应配套体系	<p><b>某科技型企业建立起高效的供应链管理体系：</b></p> <p>1、公司通过与元器件供应商的合作与开发，提高了对核心零部件的掌控能力，降低了生产成本，实现了供应链垂直整合。</p> <p>2、公司与下游大型通信设备商在研发设计、生产制造、检测等公司运营环节进行紧密合作，在供应链管理上向下游进行了延伸。</p>	在短时间内实现新产品设计开发、核心零部件生产、装配集成、快速安装等一系列工作
通过数据使能平台对工业设备运行数据进行全量分析，提升检测效率以及订单交付效率	<p><b>某企业推出汽车智慧工厂方案：</b></p> <p>1、方案广泛兼容1,000多种工业协议以及95%工业可编程逻辑控制器（PLC），可实现冲压、焊装、涂装、总装等四类工艺车间的海量设备互联和状态可视。</p> <p>2、在生产运营方面，提供生产数字化运营平台，可以实时呈现订单生产过程及各类指标，为生产决策提供数据支撑。</p>	最终实现单位缺陷数降低80%，单车生产工时降低6分钟，订单交付周期降低20%
提高企业在研发、采购、生产、仓储、销售等全流程供应链中的创新效率和服务能力	<p><b>某电子信息企业推出电子制造一站式服务：</b></p> <p>1、为客户提供包括印刷电路板（PCB）板代工、表面组装技术（SMT）贴片焊接、物料清单（BOM）代采在内的，从产品原型到批量生产的全流程制造服务。</p> <p>2、通过数字化对接，与供应商在物料、订单、发货、财务等各方面进行数字化协同管理，帮助供应商提升运营效率。</p>	实现了进口货物最快1小时通关，3小时到仓，现货2小时发货的极致交付体验

来源：公开信息整理，毕马威分析

面向产业链优化全过程，与制造业相关的远程联络中心、客户需求管理系统、各区域物流仓库等平台正加快铺开，为企业优化全链条提供丰富的数据信息和利用统一的技术底座与先进的调度系统优化基础设施运作效率。工业和信息化部数据显示，目前中国标识解析体系全面建成，“5+2”顶级节点稳定运行，服务企业超40万家，有一定影响力的工业互联网平台超过340个，工业设备连接数超过9,600万台套，同步构建了协同高效、技管结合的安全体系<sup>23</sup>。

除此以外，在人工智能技术的基础上，各企业正加快信息技术（IT）、通信技术（CT）、控制技术（OT）、数字技术（DT）“4T”融合，促进供应商、经销商、客户服务的数字化变革，使“一切皆服务”（XaaS）的创新技术模式得以在智能制造领域广泛推广与普及，实现了资源的高效配置与灵活调度，有效促进了全产业链的协同优化与升级。

---

<sup>23</sup>国新办举行2023年工业和信息化发展情况新闻发布会，国务院，2024年1月

89

# 资本市场视角下的中国 智能制造： 现状与机遇



智能制造，作为驱动制造业迈向高质量发展的核心引擎，其产业链展现了一个错综复杂而又层次分明的生态系统，深度贯穿设计、生产、管理、服务等制造业的全生命周期环节，构成了一个集自感知、自学习、自决策、自执行、自适应能力于一体的智能闭环。这一模式，不仅成为未来制造业发展的必然趋势，更是引领产业升级的核心方向。

近年来，高端制造设备、工业机器人、航空航天、工业软件及服务、集成电路、智能网联和新能源汽车等领域已成为智能制造行业在技术研发、应用以及投资等方面聚焦的热门赛道。这些领域的深入探索与应用，不仅显著提升了制造业的自动化与智能化程度，还进一步实现了全制造流程及全生命周期数据的无缝互联互通，为智能制造的全面发展奠定了坚实基础。

图16 智能制造热门细分赛道

#### 高端制造设备

高端制造设备涵盖了数控机床、光伏设备、增材制造和再制造、轨道交通装备、海洋工程装备和智能制造装备等多个领域，构成智能制造的基础设施领域。

#### 航空航天

航空航天主要包括飞机制造、航天器制造、火箭及其发动机制造等，涵盖了飞行器设计、制造、测试、运营以及相关的科学的研究和技术创新。

#### 集成电路

集成电路是实现设备智能化、自动化的关键元件，广泛应用于各种智能设备、智能监控系统和数据分析与预测性维护等领域，包括原材料、设备、设计、制造和封测等五大部分。



#### 工业机器人

工业机器人通过实现精确定位和高速操作，极大地提高生产效率和质量，在多个领域有着广泛的应用，如汽车制造、电子电气、医药、物流等行业。

#### 工业软件及服务

工业软件及服务旨在解决设计、研发、制造、管理等关键工业技术与装备过程中的各种问题，主要包括研发设计软件、生产制造软件、业务管理软件、服务应用软件等。

#### 智能网联和新能源汽车

智能网联和新能源汽车指通过传感器、云计算和大数据等技术，进一步提升汽车的智能化和自动化程度，以及采用非常规的车用燃料作为动力来源的汽车。

来源：公开信息整理，毕马威分析

# 2023年智能制造并购市场整体放缓，行业进入调整阶段

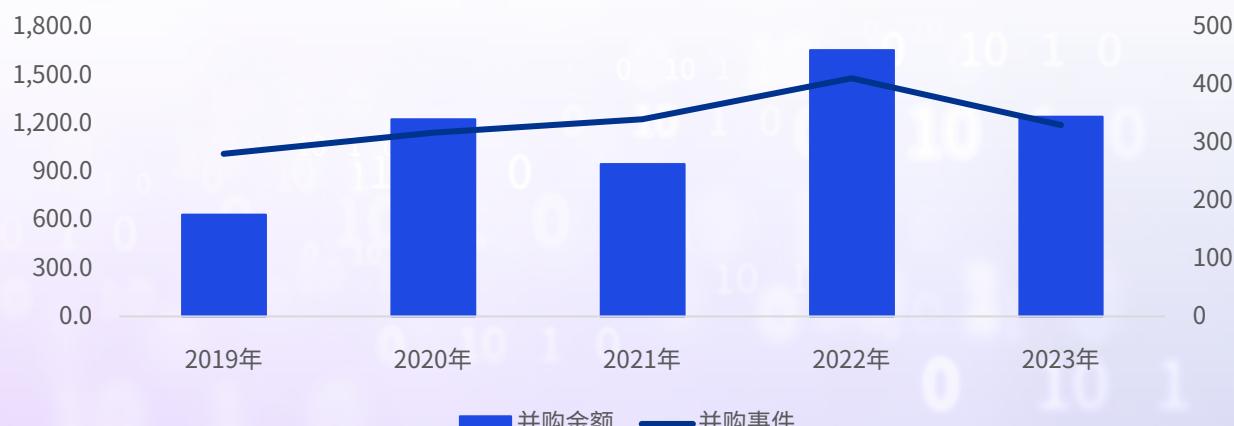
在中国制造业迈向转型升级的关键阶段，智能制造始终扮演着至关重要的战略支点角色。面对市场竞争的日益白热化，众多企业积极采取并购策略，旨在扩大生产规模，实现优势资源的优化配置与高效整合。这一举措不仅显著增强了企业的核心竞争力，还有效地提升了其应对市场波动与挑战的能力，从而在激烈的市场竞争中占据更有利的位置，进一步巩固并扩大市场份额。

近年来，智能制造领域的并购活动展现出鲜明的阶段性特征。CV Source数据显示，2019至2023年间，中国智能制造企业共披露并购事件1,680起，公开披露交易金额5,698.0亿元，并购投资活动整体呈波动上涨趋势。在此期间，外资并购亦缓慢抬头，参与的中企并购事件19起，公开披露交易金额386.2亿元。

2022年，中国企业不断拓展业务领域，积极转型布局智能制造行业，智能制造领域的并购活动显著增长，规模与频度均达到了历史的新高度。据统计，共发生并购事件411起，公开披露交易金额1,655.7亿元。智能制造行业的竞争与合作格局步入全新发展阶段。

2023年，习近平总书记在第三届“一带一路”国际合作高峰论坛开幕式上宣布中国全面取消制造业领域外资准入限制措施。外资并购活动随之活跃，全年披露并购事件8起，占近五年外资并购事件的42.1%。然而，受全球经济低迷和通胀压力影响，中国智能制造整体并购市场逐渐放缓，全年共披露330起并购事件，较2022年下降19.7%；公开披露并购金额共1,239.8亿元，同比下降25.1%，并购市场从快速增长转向更为理性和谨慎的阶段，智能制造行业进入调整和整合阶段。（本章节涉及的市场规模均以CV Source公开披露的交易金额计算）

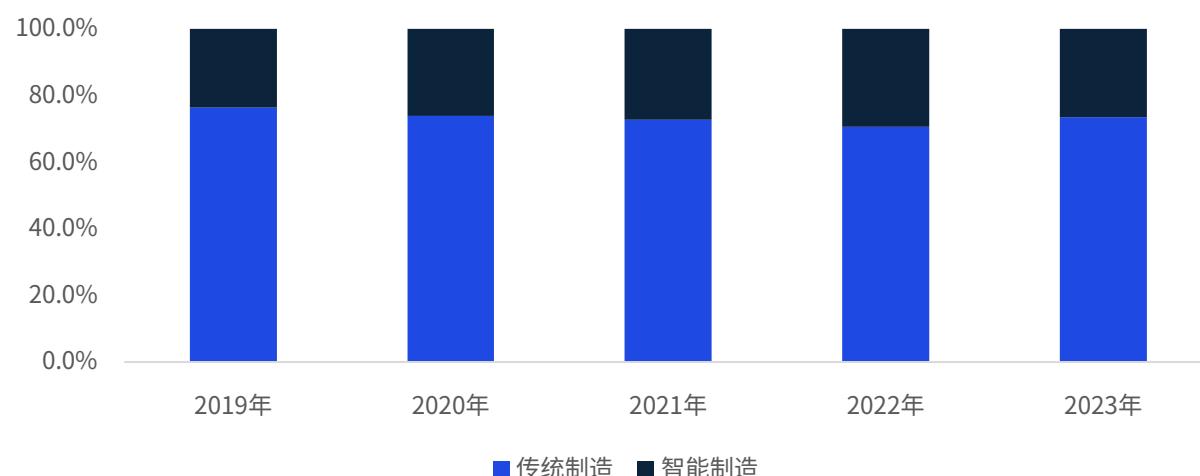
图17 2019-2023年中国智能制造并购市场，单位：亿元，起（右轴）



来源：CV Source, 毕马威分析

智能制造作为新兴领域，其技术和市场仍处于成长阶段。相比之下，传统制造产业链相对成熟，在并购市场上更加活跃。2019年到2023年间，每年超过七成的并购活动集中在传统制造业领域，反映了市场参与者对传统制造业稳定收益与成熟运营模式的青睐。然而，随着技术的不断进步和市场需求的日益增长，智能制造正逐渐崭露头角。从并购规模来看，2019年到2023年间，智能制造并购规模逐渐攀升，在2022年整个制造业并购规模占比已接近50%。随着政策支持和制造业市场需求的不断变化，智能制造并购市场有望得到进一步发展。在政策引导与市场需求的双重驱动下，智能制造企业将进一步加速技术创新与产业升级步伐，通过并购重组等方式优化资源配置、拓展市场边界，从而在激烈的市场竞争中占据更有利的位置。

图18 2019-2023年中国智能制造VS传统制造并购数量占比，单位：%



来源：CV Source, 毕马威分析

图19 2019-2023年中国智能制造VS传统制造并购规模占比，单位：%



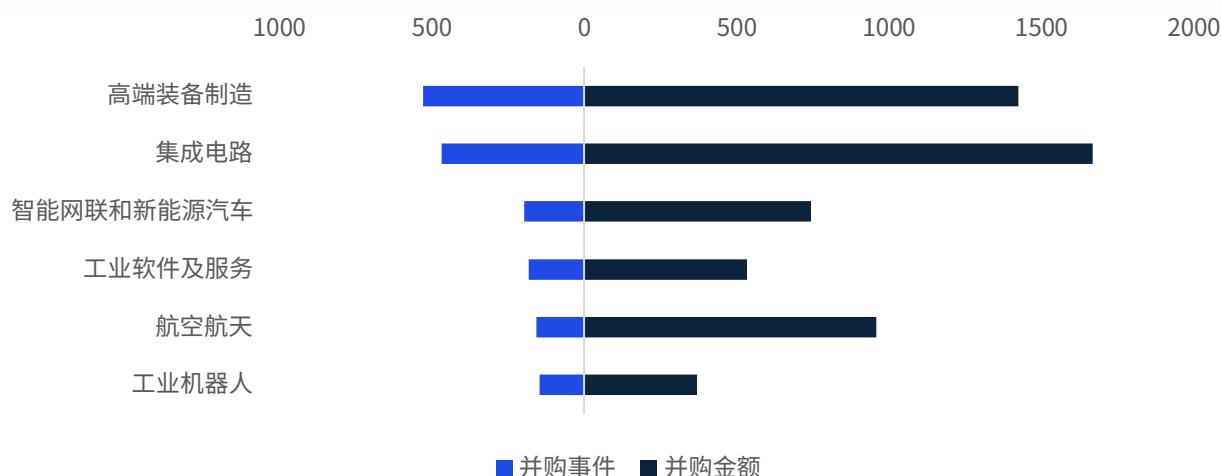
来源：CV Source, 毕马威分析



### 高端装备制造、集成电路领航并购热潮，行业活力再升级

从产业分布来看，在2019到2023年间，高端装备制造业、集成电路以及智能网联和新能源汽车在交易数量上展现较为活跃的并购动态，占比超事件总数7成，成为智能制造业并购浪潮中的中坚力量。在规模方面，集成电路、高端装备制造以及航空航天三大板块成为了资金汇聚的焦点，其并购金额占比分别达到29.3%、25.0%及16.8%。其中，集成电路赛道表现尤为活跃，得益于半导体芯片在工业应用、汽车制造、人工智能等多领域的广泛运用，市场需求呈现出井喷式增长。

图20 2019-2023年中国智能制造产业并购市场各行业分布，单位：起，亿元（右轴）



来源：CV Source，毕马威分析

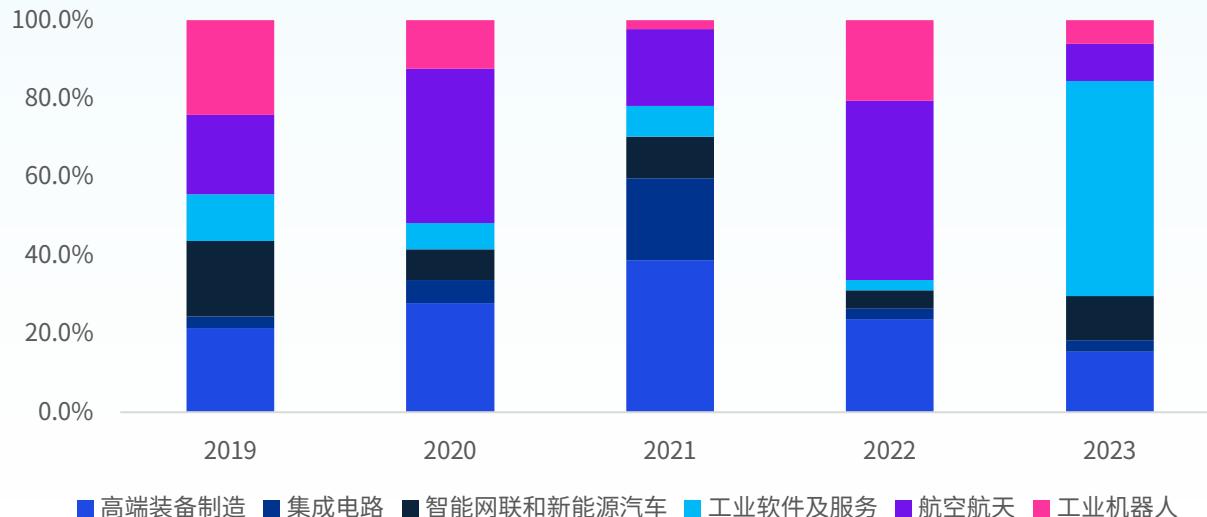


### 工业软件及服务势头强劲，通过并购加速市场整合

在制造业智能化与数字化转型浪潮的推动下，工业软件作为核心赋能技术，市场需求不断扩大。在此过程中，云计算、大数据、人工智能等前沿信息技术的深度融合，极大地拓宽并深化了工业软件的功能边界与应用范畴。面对日益激烈的市场竞争，大型企业纷纷采取并购策略，旨在快速获取行业前沿的技术资源与综合解决方案，从而保持其市场领导地位，巩固并扩大自身优势。CV Source数据显示，2023年，中国工业软件并购规模占智能制造行业的55.0%，较2022年的2.6%增加52.4%，成为2023年智能制造行业并购的热门赛道。

图21 2019-2023年中国智能制造产业各赛道并购规模分布，单位：%

---



来源：CV Source, 毕马威分析

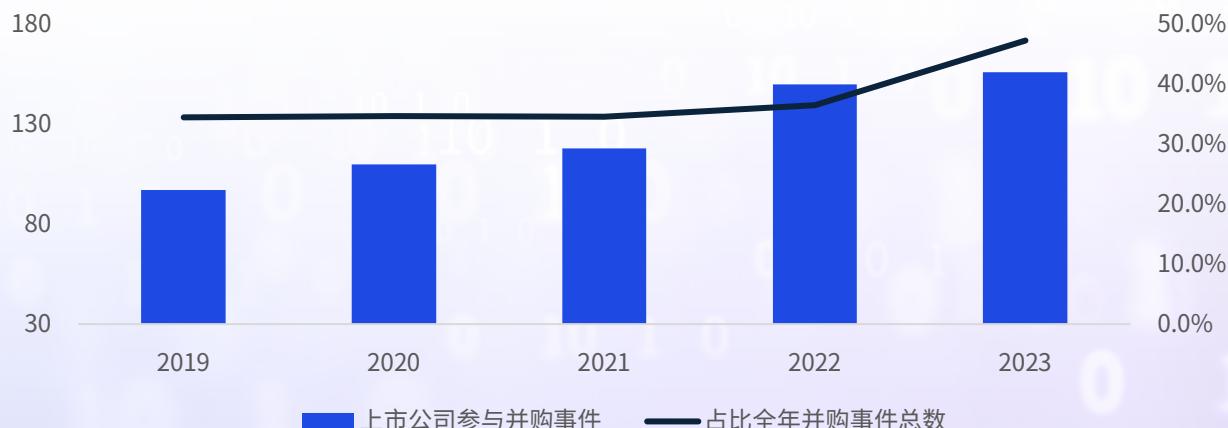
### 上市公司持续发力布局并购智能制造行业



智能制造作为中国制造业转型升级的重点方向，得到了国家政策的大力支持和市场的积极响应。其中，上市公司凭借雄厚的资本实力与丰富的市场运作经验，积极投身于并购浪潮之中，成为引领智能制造行业资源整合与加速发展的重要力量。2023年，中国智能制造行业公开披露的330起并购事件中，以上市公司为并购主体（买方）的有156起，占智能制造行业并购事件总数的47.3%，较2022年涨近11个百分点，达到近5年峰值。

图22 2019-2023年上市公司参与中国智能制造企业并购交易情况，单位：起，% (右轴)

---



来源：CV Source, 毕马威分析

# 2023年中国智能制造投资浪潮节奏 趋缓

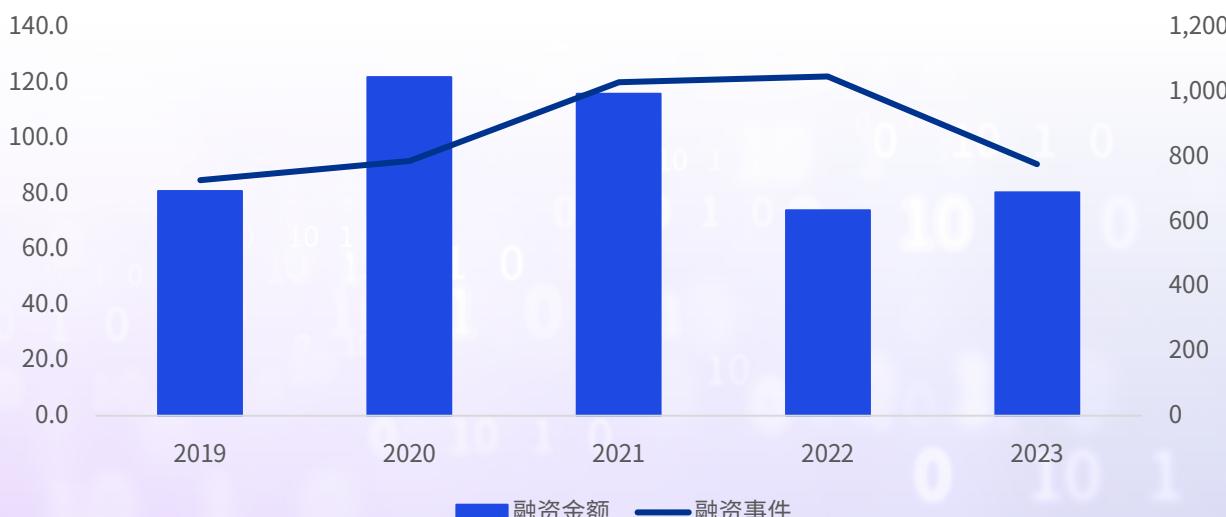
投融资作为推动技术创新和产业升级的重要力量，为智能制造企业提供了必要的资金支持。除了能够推动智能制造业产业本身的发展，投融资还能通过原材料、零部件、智能制造应用端等上下游产业链增加了其他产业的需求和支出，形成了良好的产业联动效应。根据CV Source数据，过去五年间，中国智能制造行业投融资市场整体呈波动发展态势。其中，2019到2022年间投融资热度不断高涨，投资事件数量呈上升趋势。然而，受宏观经济市场影响，2023年投融资市场逐渐进入冷静期，投资事件相比2022年有所下降，投资者的步伐明显放缓，市场进入稳健调整期。



## 资本理性回归， 高质量智能制造项目成融资新宠

2023年，智能制造领域的投资趋缓。根据CV Source数据显示，2023年中国智能制造业完成融资事件共775起，相比2022年下跌25.9%，但融资规模逆势上涨9.0%，已披露融资金额人民币804亿元。随着市场机制的日益完善及投资者对高质量项目筛选标准的提升，资本质量正在实现显著的跃升，资金投向具有更高潜力和价值的项目，从而推动整体融资规模的显著增长。

图23 2019-2023年中国智能制造投融资规模，单位：十亿元，起（右轴）

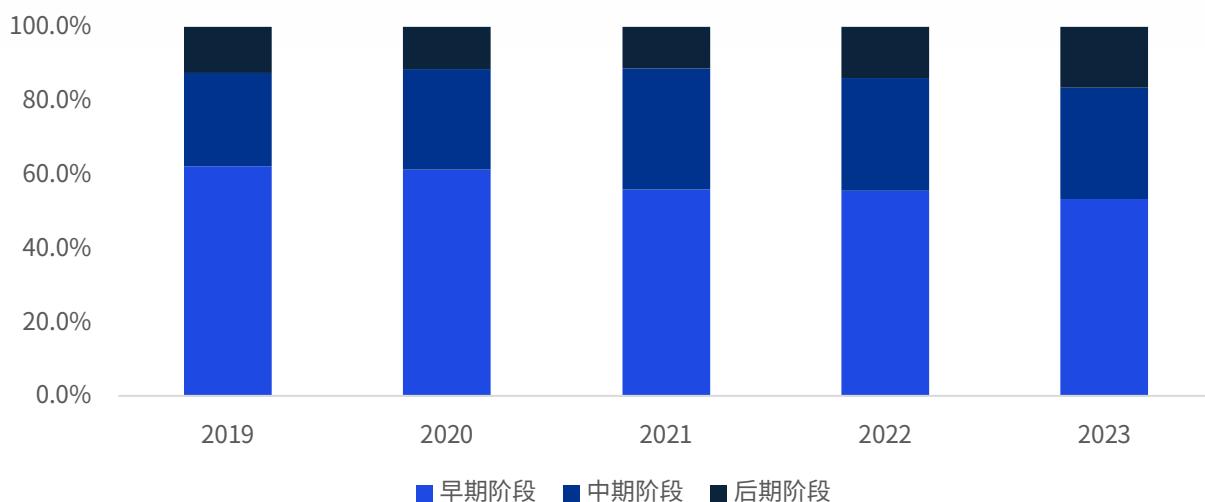


来源：CV Source, 毕马威分析

2019到2023年期间，中国智能制造行业正处于快速发展和扩张时期。因此，智能制造领域的融资活动仍以早期投资为主。在经过早期阶段的孵化和发展，部分智能制造企业融资脚步有所加快，后期融资的投资占比逐渐扩大。2023年，中国智能制造行业后期融资项目占比为16.5%，相比2022年增加2.7个百分点。

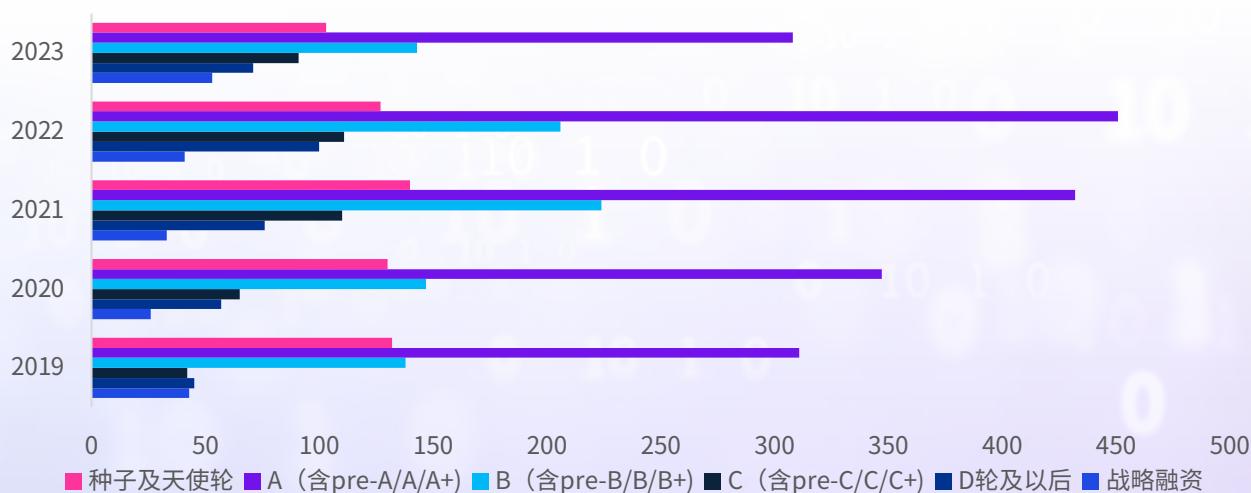
披露轮次方面，市场展现出对成熟、稳定且具备显著增长潜力企业的高度偏好，更多的智能制造企业通过参与战略投资，寻求业务协同和资源整合，探索新的增长点。2023年，中国智能制造行业战略融资轮次的事件数量同比上涨29.3%，凸显投资者对智能制造行业高质量、高技术、高增长潜力项目的兴趣与信心。

图24 2019-2023年中国智能制造行业融资阶段分布，单位：%

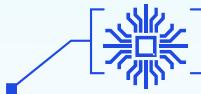


来源：CV Source, 毕马威分析

图25 2019-2023年中国智能制造行业投融资轮次情况，单位：起



来源：CV Source, 毕马威分析

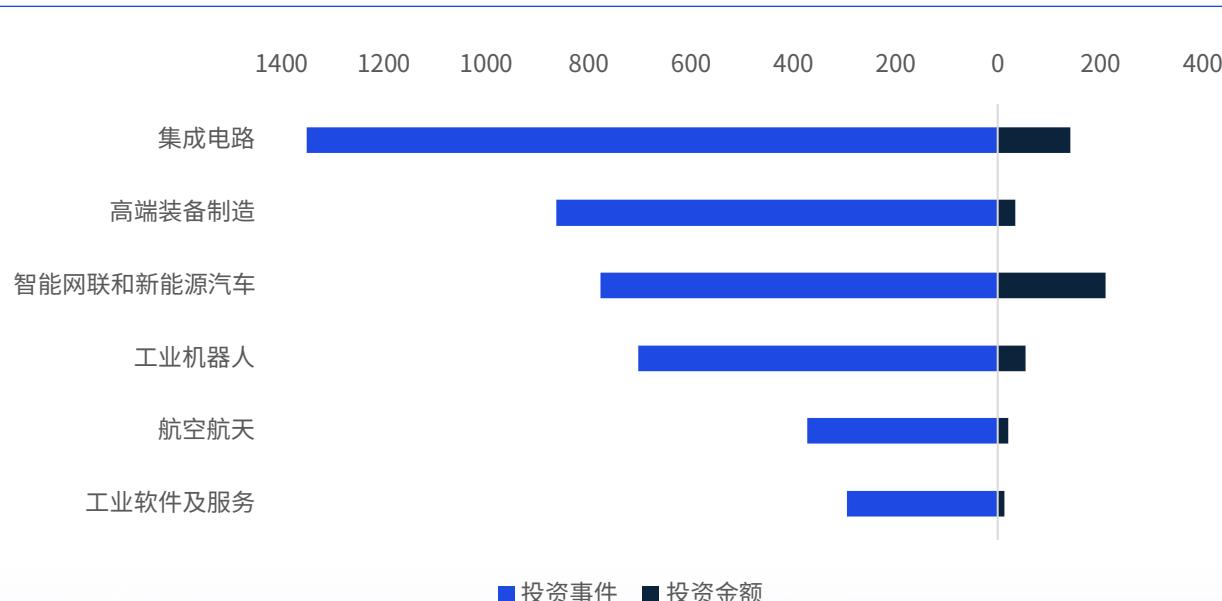


## 集成电路、智能网联和新能源汽车赛道成智造发展新引擎，航空航天在2023年崭露头角

2019到2023年期间，中国智能制造行业的投融资活动主要集中在集成电路、高端装备制造以及智能网联和新能源汽车三个热门赛道。从数量看，集成电路领域投融资事件高达1,351起，占比智能制造总体投融资数量的31.0%，位居榜首；高端装备制造领域及智能网联和新能源汽车领域分别以863起、777起分别排名第二、第三。

从融资规模来看，智能网联和新能源汽车以及集成电路两个赛道，凭借在2019到2023年期间超千亿的融资规模在市场中脱颖而出，稳居前列。其中，智能网联和新能源汽车以总计2,102.7亿元的融资金额成为近5年融资规模最高的赛道，展现了其作为未来出行主流的强大吸引力；集成电路领域则以融资总金额1,420.1亿元紧随其后。

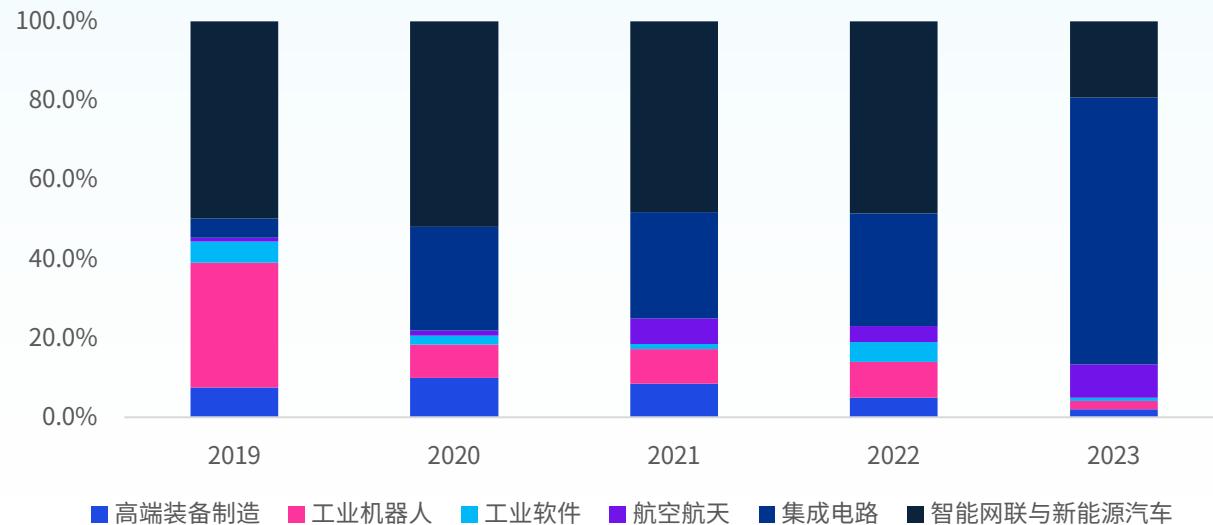
图26 2019-2023年中国智能制造产业投融资市场行业分布情况，单位：起，十亿元（右轴）



来源：CV Source，毕马威分析

从融资规模分布情况来看，集成电路、智能网联与新能源汽车持续展现出强劲的市场吸引力和较高的投资热度，产业应用市场潜力显现，其中在2023年集成电路融资规模占比显著提升，从2022年的28.3%大幅上升至45.4%。另外，近年来，国家对商业航天的支持力度不断增加，涌现一大批航空航天独角兽企业，成为推动航空航天产业快速发展的重要力量。航空航天行业在2023年融资规模占比相比2022年同期上涨1.5%，产业正迎来高速发展的黄金时期。

图27 2019-2023年中国智能制造产业各领域投资规模分布，单位：%



来源：CV Source, 毕马威分析

表9 CV Source披露2023年中国智能制造已完成投融资金额TOP10

企业	细分赛道	交易轮次	交易金额(亿元)	交易时间	省份
企业1	集成电路	战略融资	274.1	2023-03-24	江苏省
企业2	集成电路	战略融资	135.0	2023-08-31	上海市
企业3	智能网联和新能源汽车	战略融资	73.0	2023-09-22	上海市
企业4	智能网联和新能源汽车	B	30.0	2023-08-31	重庆市
企业5	集成电路	A	29.6	2023-07-06	浙江省
企业6	集成电路	B	21.0	2023-05-29	四川省
企业7	航空航天	D	20.0	2023-03-10	广东省
企业8	集成电路	种子轮	15.0	2023-11-02	广东省
企业9	集成电路	A	13.4	2023-03-16	广东省
企业10	航空航天	D+	12.0	2023-06-15	广东省

来源：CV Source, 毕马威分析

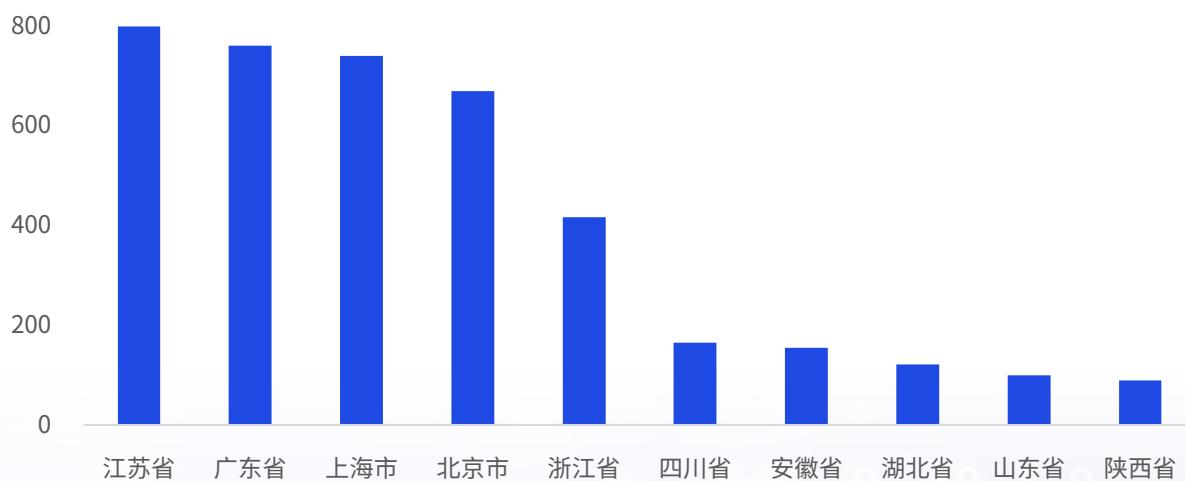


## 东部沿海成融资交易主阵地，政策与企业集聚效应凸显

自2019年至2023年间，中国智能制造融资事件主要集中在江苏省（800起）、广东省（761起）、上海市（740起）、北京市（670起）以及浙江省（417起）五个东部沿海省市，数量占全国总数量的77.7%。这一现象背后，是政策红利与产业优势的深度交融。

近几年，江苏、广东等地陆续出台如《江苏省制造业智能化改造和数字化转型三年行动计划》《广东省智能制造生态合作伙伴行动计划》等政策，进行全方位布局，为智能制造企业提供了肥沃的政策土壤；与此同时，东部沿海地区在机器人技术、高端数控机床等智能制造关键领域已构建起强大的产业基础，产业链条的成熟与完善吸引了众多企业纷至沓来，形成了良性循环的产业集群效应。在政策推动与企业聚集的双轮驱动下，东部沿海五省市成为了智能制造融资最为活跃的区域，引领着中国智能制造产业迈向高质量发展的快车道。

图28 2019-2023年中国智能制造企业融资数量地区分布TOP10，单位：起



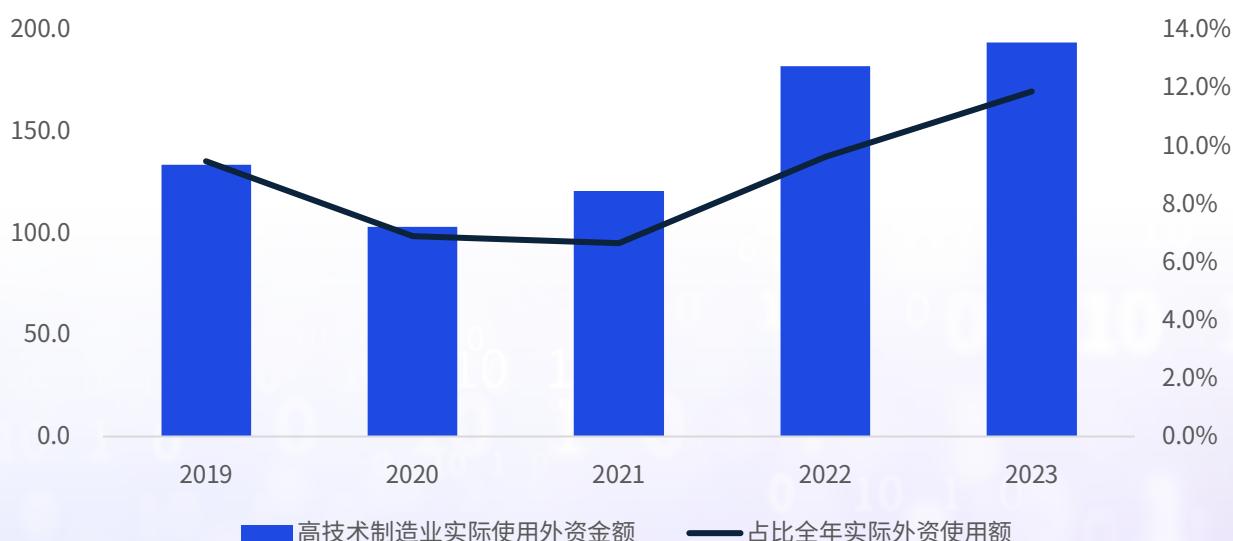
来源：CV Source, 毕马威分析

# “引进来” “走出去” 战略并行推进， 增长势头强劲

近年来，中国经济结构持续优化，产业转型升级成效明显，高技术制造业已经成为中国引领产业转型和高质量发展的重要力量。2022年10月，国家发展改革委等部门印发《关于以制造业为重点促进外资扩增量稳存量提质量的若干政策措施》，重点鼓励外商投资高端装备、基础元器件、关键零部件等智能制造业和高新技术领域。

鉴于此，外国投资者亦积极调整布局，加速投资新质生产力、新型工业化等前沿领域，外资结构进一步优化。根据商务部数据，2023年，中国高技术制造业实际使用外资193.9亿美元，相比2022年增长6.5%，占全年实际使用外资总额11.9%，创下历史新高。高技术制造业的快速发展，不仅提升了中国在全球产业链、价值链中的位置，也为外资企业提供了更广阔的市场机遇和合作空间。

图29 2019-2023年中国高技术制造业实际使用外资情况，单位：亿美元，%（右轴）



来源：商务部，毕马威分析

中国在制造业具有巨大的规模优势，目前已构建起以先进制造业为支撑的现代化产业体系。这一体系以其高度的灵活性和适应性，有效满足了制造业多元化、个性化的市场需求，以及应对全球经济增速放缓与地缘政治局势的复杂性，中国坚定不移地推进深化改革与扩大开放的战略布局，市场对外资的磁吸效应日益显著，“投资中国”已成为全球资本流动的主流趋势与必然选择。

表10 2023年外资智能制造企业在中国建厂情况（不完全统计）

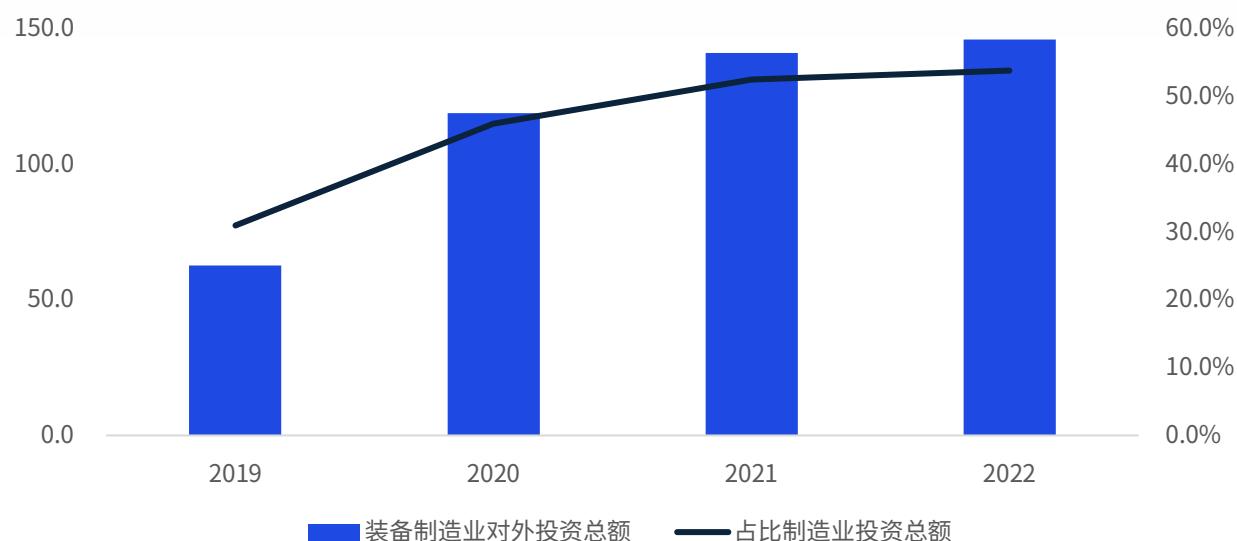
企业	时间	设厂地点	细分赛道	投资资金	投入及产能情况
企业1	2023-06-08	重庆	集成电路	32亿美元	建立碳化硅器件合资制造工厂，预计达产后生产8吋碳化硅晶圆1万片/周
企业2	2023-06-17	西安	集成电路	6亿美元	引入全新产线，用于制造移动 DRAM、NAND 及 SSD 产品
企业3	2023-07-10	无锡	智能网联和新能源汽车	1.5亿美元	设立亚太区车辆核心系统和部件研发及制造基地
企业4	2023-07-21	武汉	智能网联和新能源汽车	1.5亿欧元	建设汽车安全气囊生产基地及研发中心，打造在亚太区域内最大的安全气囊生产基地、安全气囊新产品样件试制中心
企业5	2023-08-10	苏州	工业机器人	1亿元人民币	成立全球研发中心
企业6	2023-06-15	成都	工业机器人	11亿元人民币	成立工业自动化产品中国智造基地
企业7	2023-11-08	上海	工业机器人	15.8亿元人民币	成立智能工厂，年产值预计将达100亿元
企业8	2023-04-09	上海	智能网联和新能源汽车	N/A	建设储能超级工厂，年产储能电池规模近40GWh

来源：公开信息整理，毕马威分析

在全球化的浪潮中，全球产业结构加速调整，基础设施建设方兴未艾，发展中国家大力推进工业化、城镇化进程，这为推进中国装备制造行业<sup>24</sup>企业走出去提供了重要机遇。

2015年，国务院常务会议明确提出要促进中国重大装备和优势产能“走出去”。自此之后，中国海外装备制造业“走出去”的步伐不断加快，对外投资金额逐年走高，为更大范围、更高水平开展装备制造国际合作奠定了坚实的基础。根据商务部数据，2019年至2022年间，中国装备制造业对外投资合计469.0亿美元；其中，2022年对外投资146.1亿美元，较2019年对外投资金额翻了两番。

**图30 2019-2022年中国对外装备制造业投资情况，单位：亿美元，%（右轴）**



来源：商务部，毕马威分析

中国制造业国际化进程的加速推进，使出海成为不可逆转的发展潮流与战略抉择。中国智能制造企业通过在海外战略性地设立生产基地、通过跨国并购精准布局全球产业链、不断拓展和优化全球销售网络以及持续加大对外投资力度等一系列举措，坚实且有力地将中国制造业推向世界舞台，为全球制造业的共同发展贡献了“中国智慧”与“中国方案”。

<sup>24</sup>此处将装备制造业纳入智能制造范畴，装备制造业是指为国民经济各部门简单再生产和扩大再生产提供技术装备的各制造工业的总称。其产业范围包括机械工业（含航空、航天、船舶和兵器等制造行业）和电子工业中的投资类产品包括通用设备制造业、专用设备制造业、金属制品业、汽车制造业、铁路/船舶/航空航天和其他运输设备制造业、电气机械和器材制造业、计算机/通信和其他电子设备制造业、仪器仪表制造业等。

表11 2023年中国智能制造企业在外建厂情况（不完全统计）

企业	时间	设厂地点	细分赛道	投资金额	投入及产能情况
企业1	2023-06-29	泰国	智能网联和新能源汽车	23亿泰铢	设立东南亚总部，年产能达5万辆汽车
企业2	2023-10-27	沙特	航空航天	10亿卢比	建造国首家卫星制造工厂
企业3	2023-01-14	吉布提	航空航天	10亿美元	建设卫星及火箭发射场
企业4	2023-09-08	美国	高端装备制造	20亿美元	建立动力电池超级工厂，预计将生产10GWh的锂离子电池组和40GWh的锂离子电池芯
企业5	2023-07-05	巴西	智能网联和新能源汽车	45亿元人民币	设立大型生产基地综合体，计划年产能达15万辆汽车
	2023-12-22	匈牙利	智能网联和新能源汽车	N/A	建设新能源汽车整车生产基地
企业6	2023-02-20	阿根廷	智能网联和新能源汽车	4亿美元	实现每年生产10万辆汽车
企业7	2023-11-30	泰国	智能网联和新能源汽车	N/A	年产能将达到2万辆汽车
企业8	2023-10-17	沙特	高端装备制造	N/A	建设光伏晶体晶片工厂，预计首期产能为20GW

资料来源：公开信息整理，毕马威分析

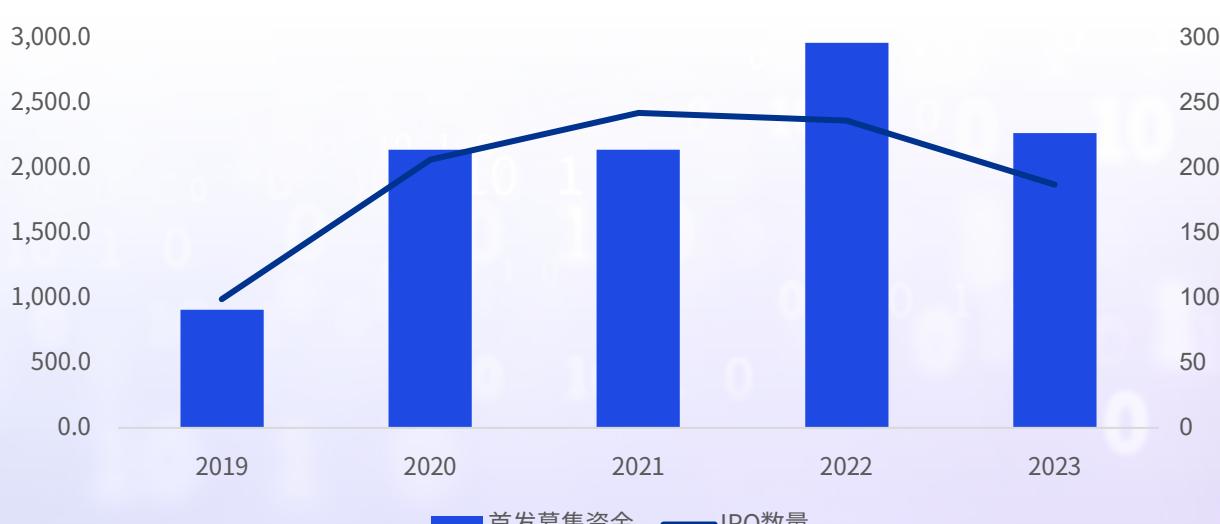
# IPO市场：A股IPO市场放缓，中国内地智能制造企业赴港融资

A股IPO市场有所放缓，  
智能制造企业仍是A股市场重要的支柱

2019年，上海证券交易所设立了科创板并试点注册制，重点支持新一代信息技术、高端装备、新材料、新能源、节能环保以及生物医药等高新技术产业和战略性新兴产业上市。科创板的设立为智能制造企业提供了新的融资渠道，使得这些企业能够更容易地获得资金支持，从而加速其技术研发、市场拓展和产业升级，吸引了大批智能制造企业上市募资。根据Wind数据，2019到2023年间，智能制造企业在A股IPO市场表现活跃，上市宗数和募集资金整体呈现上升趋势；五年间超千家智能制造企业上市，募资金额超万亿元人民币。

2023年年初，证监会提出阶段性收紧IPO节奏的政策，以平衡一、二级市场，促进资本市场高质量发展。与此同时，对IPO企业申报材料的质量和合规性提出更高要求，导致2023年智能制造行业的IPO宗数和募集资金都有所下降。具体而言，中国智能制造企业在2023年共发生了187宗IPO活动，募集资金2,265亿元，与上一年相比均下降了约两成。尽管如此，智能制造行业仍然是A股IPO活动的重要组成部分，其IPO数量和筹资额分别占A股全部IPO事件的58.8%和60.6%。

图31 2019-2023年中国智能制造企业A股IPO事件数量和募集资金，单位：亿元，宗（右轴）



来源：Wind，毕马威分析

### 中国内地智能制造企业有意转赴香港融资， 港股排队和上市企业数量显著增加

香港作为国际金融中心，对全球投资者具有强大的吸引力。Wind数据显示，2019年至2023年期间，香港证券交易所（港交所）凭借其灵活且包容的上市条件，成功吸引了62家来自中国内地的智能制造企业赴港上市。

为了进一步吸引并支持更多创新领域的新一代公司赴港连通资本市场，港交所针对新一代信息技术、先进硬件及软件、先进材料、新能源及节能环保、新食品及农业技术等五大行业，推出了“特专科技公司上市机制”。该机制旨在降低特专科技公司的上市门槛，推动科技创新与资本市场的深度融合。新机制的推出，为包括智能制造企业在内的一代信息技术行业公司上市及融资创造了有利条件。据Wind数据，2024年上半年，已有31家智能制造企业在证监会备案赴港上市，这一数量是过去五年同期平均数量的两倍。

图32 2019-2024上半年中国内地智能制造企业赴港上市的情况，单位：万亿元，宗（右轴）



来源：Wind，毕马威分析

图33 2019-2024上半年中国内地智能制造企业赴港上市的排队情况，单位：宗



来源：Wind，毕马威分析

89

# 智能制造的基础设施： 关键要素与影响剖析



# 算力基础设施： 支撑智能制造技术创新的关键力量

算力是集信息计算力、网络运载力、数据存储力于一体的新型生产力，主要通过算力基础设施向社会提供服务。算力基础设施是新型信息基础设施的重要组成部分，呈现多元泛在、智能敏捷、安全可靠、绿色低碳等特征，对于助推产业转型升级具有重要意义。

当前，中国算力基础设施的发展正步入快车道。特别是随着“东数西算”工程的深入实施，为算力资源的优化配置与高效利用开辟了新路径。该工程通过精准布局算力设施的地理位置与结构，不仅促进了东西部地区间的协同发展，还有效赋能智能制造行业的深刻转型与升级。



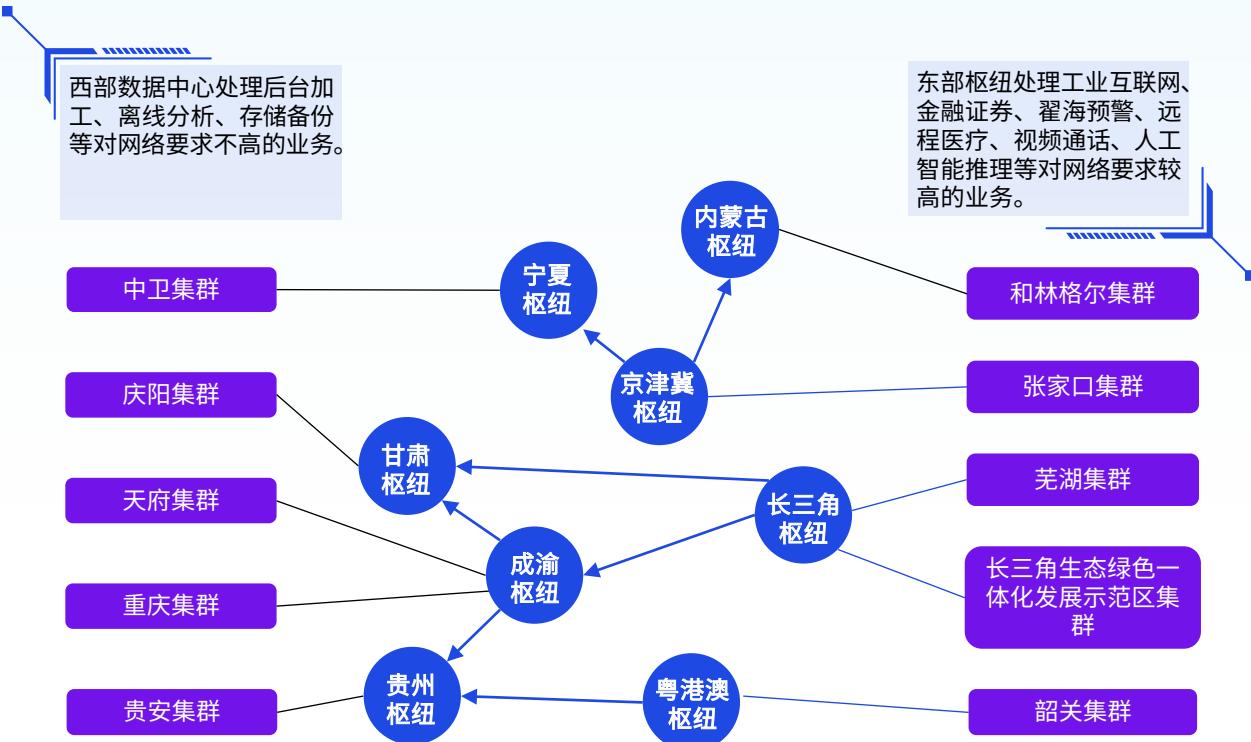
## 东数西算工程推动算力规模化、集约化发展， 为智能制造转型升级提供动力

2021年5月，国家发展改革委联合多部门发布《全国一体化大数据中心协同创新体系算力枢纽实施方案》，明确提出布局建设全国一体化算力网络国家枢纽节点，加快实施“东数西算”工程。其后，四部委又分别于2021年12月20日和2022年2月7日正式复函同意京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝、内蒙古、贵州、甘肃、宁夏等地启动建设国家算力网络枢纽节点。至此，“东数西算”工程全面进入建设期。

伴随各行业数字化转型与升级步伐的显著加速，尤其是5G、人工智能、物联网等前沿技术的迅猛发展与广泛渗透，整个社会迎来了数据总量的爆炸性增长时代，数据存储、计算、传输、应用的需求大幅提升。“东数西算”工程的实施，犹如数字经济时代的“南水北调”，通过优化算力设施布局，促进东西部数据资源的合理流动与高效配置，以更高的水平、跨地域满足了智能制造对算力的需求。目前，中国的智能制造企业和“灯塔工厂”主要集中于广东、江苏、浙江、山东以及北京等经济高地，与中国算力地图相匹配，形成地理与产业协同，精准对接智能制造企业在工业互联网、人工智能等前沿领域的迫切需求，为它们的数字化转型与智能化升级铺设了坚实的算力基石。

此外，随着传统制造业纷纷踏上数字化、数智化转型的征途，智能制造设备、工业软件及智能制造系统的广泛应用，对算力的渴求愈发强烈。算力基础设施，作为这一转型背后的强大支撑，通过提供高性能计算、高效存储与即时传输的全方位服务，极大地提升了智能制造企业的数据处理与分析能力，促使企业能够更加敏锐地洞察市场动态，灵活应对挑战。

图34 “东数西算”工程图解



来源：国家发展改革委、毕马威分析

### 算力中心能够有效提高企业在智能制造行业中的核心竞争力

在算力基础设施的建设版图中，政府主导的力量展现出普适性与普惠性的显著优势，为全社会提供了广泛可达的算力资源；而企业主导的算力中心则深入特定场景与行业腹地，为产业的智能化转型量身打造定制化解决方案，实现精准赋能。对于那些成功构建高性能算力平台的智能制造企业而言，算力平台加速技术创新的步伐，让新产品、新技术的诞生周期大幅缩短；在生产环节，高效算力确保了生产线的流畅运作，提升了产品质量与生产效率；在管理维度，算力赋能下的智能化系统让决策过程更加科学、精准，响应速度与决策准确性实现质的飞跃。

#### 案例1：国内某车企智算中心·智能仿真平台

国内某车企在2023年发布智能数据平台和智能仿真平台。平台基于强大的科学计算能力和先进工程仿真技术，覆盖汽车结构、流体、多体、声学、光学、电磁、安全等多领域，赋能汽车智能研发和技术创新。凭借着远超行业算力水平的智算中心·智能仿真平台，该车企跻身全球算力500强，智算实力和研发能力已经达到全国领先、国际一流的水平，大大提高了其在行业中的竞争力。

# 网络安全与信息安全基础设施： 保障智能制造安全稳定运行的基石

制造业以其对云计算、大数据等前沿技术的深度依赖，显著区别于传统制造业的运作模式。在这一转型浪潮中，工业数据已跃升为智能制造企业的核心战略资源，驱动着生产流程与管理体系的全面革新。然而，数据的价值倍增也伴随着新的网络安全与信息安全挑战，这些潜在威胁在全球网络安全事件频发的背景下显得尤为严峻。面对这一挑战，中国加速推进网络安全与信息安全基础设施的全面建设。

目前，中国已构建起一个多维度、立体化的保障体系，涵盖了政策法规、技术创新以及产业发展等方面，多方位保障了智能制造行业的数据安全和生产稳定，为智能制造行业的稳健发展筑起了一道坚不可摧的安全防线。



## 政策护航：政府规范智能制造网络安全与信息安全

基于经济和社会的需求，中国政府颁布了一系列的法律和政策，为网络安全和信息安全的制度化规范发展打下了坚定基础。顶层设计方面，中国已颁布了《中华人民共和国网络安全法（2016）》《关键信息基础设施安全保护条例（2021）》《中华人民共和国个人信息保护法（2021）》以及《中华人民共和国数据安全法（2022）》，从法律法规的层面规范网络安全和数据安全的发展。

在工业领域，中国政府针对工业领域的数据安全和网络安全制定了系列政策，旨在精准施策，强化工业数据安全与网络安全。这些政策不仅明确了工业领域网络安全的内涵边界，特别是对数据安全的深刻解读，还详细规定了数据分类识别、备案管理等关键环节，为不同领域、不同环节的数据安全与网络安全提出了具体而严格的要求。同时，政策还明确了各方管理责任，推动构建权责清晰、协同高效的管理体系，并倡导建立工业领域数据安全标准体系与安全保障体系，为智能制造领域的网络安全与信息安全提供了科学、系统的指导。在政策法规的强力驱动下，智能制造领域的网络安全与信息安全工作正朝着规范化、有序化的方向稳步前行。

表12 近些年工业领域数据安全和网络安全相关政策

日期	发文单位	政策
2024-02-26	工业和信息化部	《工业领域数据安全能力提升实施方案（2024-2026年）》
2024-01-19	工业和信息化部	《关于印发工业控制系统网络安全防护指南的通知》
2023-12-29	工业和信息化部、国家标准化管理委员会	《工业领域数据安全标准体系建设指南（2023版）》
2023-01-03	工业和信息化部等十六部门	《关于促进数据安全产业发展的指导意见》
2022-12-13	工业和信息化部	《工业和信息化领域数据安全管理办法（试行）》
2021-09-15	工业和信息化部	《关于加强车联网网络安全和数据安全工作的通知》
2019-07-26	工业和信息化部等十部门	《关于印发加强工业互联网安全工作的指导意见的通知》

来源：国务院各部委、毕马威分析



智能制造行业在网络安全领域正面临前所未有的严峻挑战，其复杂性与多维度特性显著加剧了这一领域的防御难度。智能制造的广泛连接性，使得从研发设计、生产制造、测试验证到运维售后等全链条，以及设备制造商、研发中心、生产工厂、供应链伙伴、信息技术服务提供商、运维团队等多方主体，均可能成为潜在的网络入侵攻击点，形成了庞大的攻击面。这一现状对智能制造企业的网络安全技术提出了更为苛刻与迫切的要求。近些年，以人工智能、区块链、量子技术以及云原生技术等新兴技术不断被运用在智能制造行业的网络和信息安全防守之中，以先进的技术助力企业打造全面、稳固、智能的网络安全防线。

图35 网络安全技术在智能制造行业的应用案例

## 网络安全 新兴技术

——智能制造行业应用案例



### 人工智能：搭建AI网络安全预警系统

某钢铁厂布局新一代高性能分布式大数据平台，配置大数据AI分析引擎，自动学习算法，构建AI模型，全面检测高级威胁和未知威胁，实现对安全威胁的主动防御。



### 区块链：供应链协同管理平台

基于区块链的去中心化、不可篡改、透明化等特点，某智能制造企业搭建了数据安全网，将生产数据写入区块链和云平台，避免数据污染和流出风险，保证网络安全的同时也保证了安全生产。



### 量子技术：量子加密系统

量子技术具有不可破坏性和测量烦扰的特点，可以提供更高级别的加密保护。某通信公司在5G专网基础上，建设了量子密码服务平台，为不同业务提供定制化保密服务，为网络安全加强了护盾。



### 云原生技术：提高云计算安全性

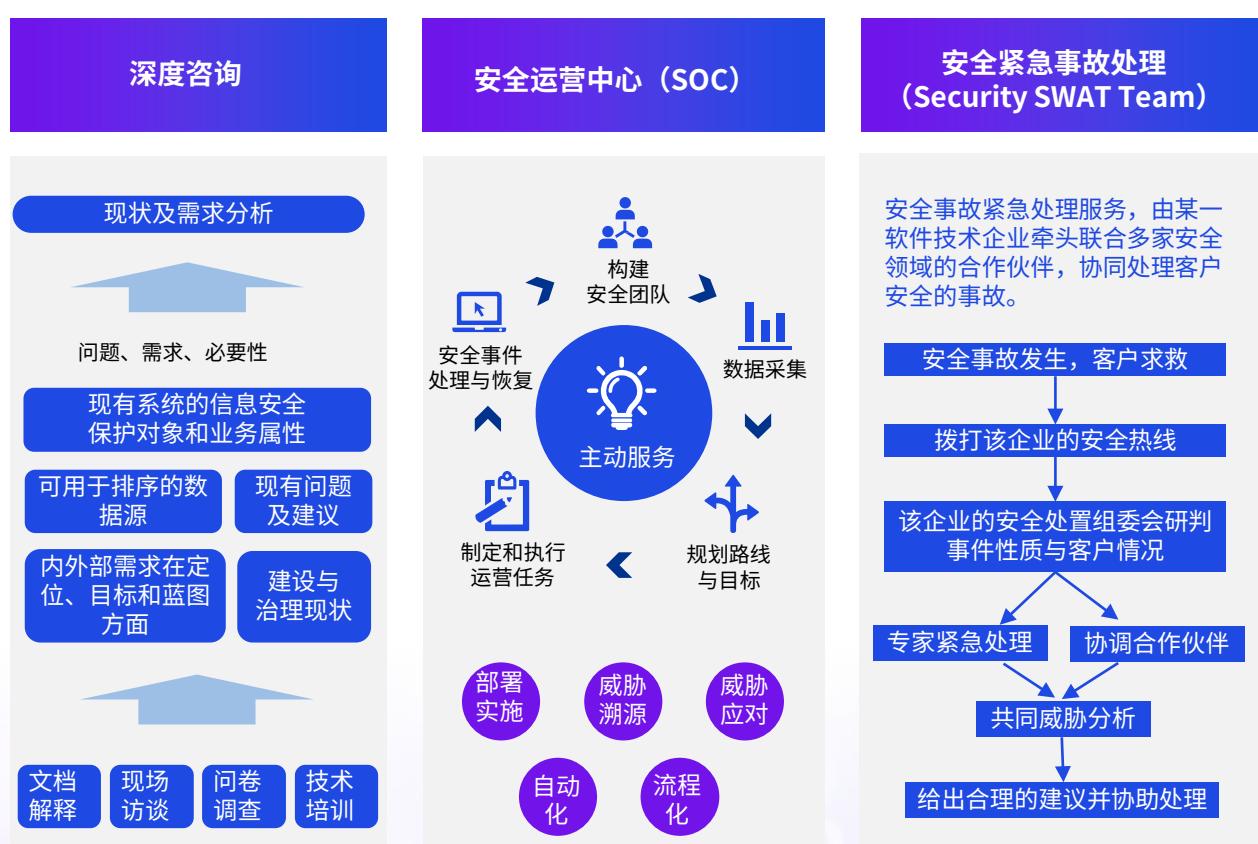
云原生技术采用多个容器隔离的方式，能够大大提高工业互联网的系统安全性。某智能制造企业将自身上万台服务器迁移到云原生环境中，在管理数据的同时就能享受到数据保护，无需另外的防护。

来源：公开信息整理，毕马威分析

与此同时，中国的网络安全产业也在蓬勃发展之中，为智能制造行业的网络安全和信息安全保驾护航。根据中国网络安全产业联盟发布的《中国网络安全产业分析报告（2023）》显示，2022年中国网络安全产业市场规模约为623亿元。预计在2023到2025年期间，网络安全产业将保持10%以上的增速，并在2025年市场规模将突破800亿元大关<sup>25</sup>。

未来，网络安全产业的蓬勃发展将深刻重塑智能制造领域的网络安全与信息安全格局，为企业数据资产的安全保驾护航，确保企业运营管理的稳健进行。在这一转型过程中，安全运营的核心价值愈发凸显。企业必须将安全运营置于战略高度，紧跟技术前沿，积极探索并引入先进的网络安全技术与解决方案，以技术创新为驱动，构建全方位、多层次的安全防护网。

图36 毕马威中国联合两家软件技术企业发布的安全运营联合解决方案



来源：毕马威分析

<sup>25</sup>中国网络安全产业分析报告（2023），中国网络安全产业联盟，2023年9月

# 技术基础设施： 推动智能制造产业升级的重要引擎

智能制造是新一代信息技术与先进制造技术的深度融合，智能传感与检测技术、云计算和大数据、物联网、工业互联网以及人工智能等技术基础共同构成了智能制造的核心支撑，推动制造业向更高效、灵活和智能化的方向发展。



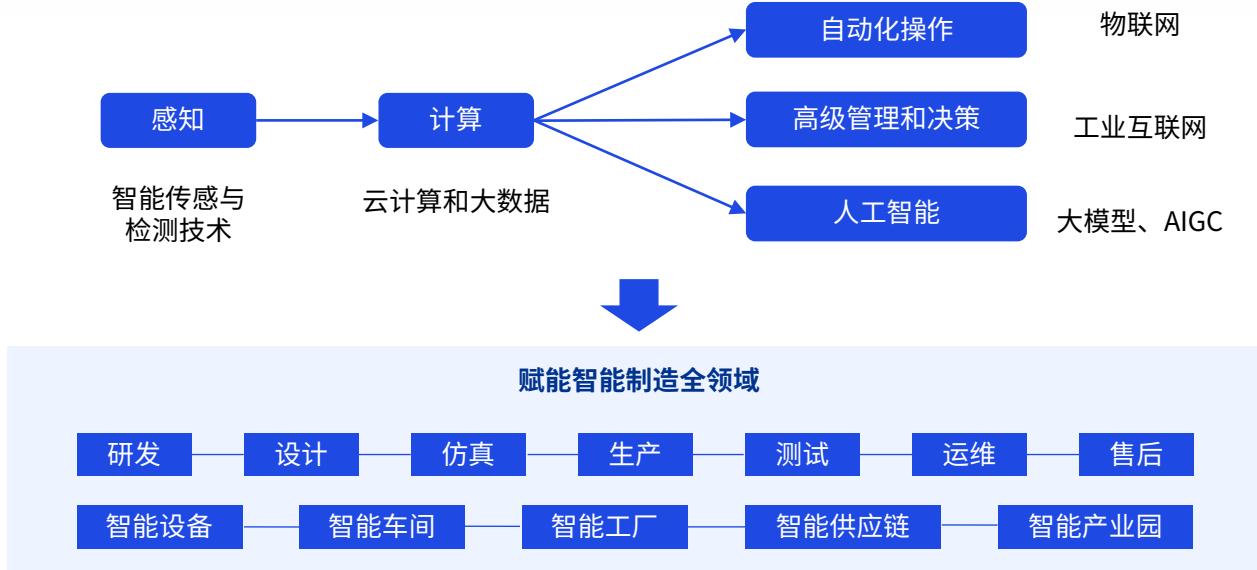
## 多种智能技术支撑智能制造企业的发展

- 智能传感与检测技术：**与传统的传感和检测技术相比，智能传感与检测技术不是单纯测量物体或环境信息，而是能够在更加复杂的环境下自主智能地完成感知、测量以及设备和系统的检测任务，并应用智能算法对采集的数据进行分析处理。智能传感和检测技术相辅相成，构成智能制造灵敏迅捷的感知层。
- 云计算和大数据：**云计算能够使得用户通过网络访问即可获得访问计算资源、存储空间以及应用程序等服务，大数据是指处理和分析大量的数据。云计算和大数据相互促进，推动智能制造数智化发展。
- 物联网：**物联网使得各类设备实现联网以及设备之间的连接，帮助智能制造企业远程了解设备的运行状况，并提高设备之间的协同作用。只需远程操控，企业便能收集和分析数据，生产过程的可视化程度提高。在供应链中，物联网还能够追踪原材料和成品的位置和状态，有助于生产计划的制定和调整。
- 工业互联网：**实现人、机、物的全面互联，力求业务的数字化，帮助智能制造企业更加精准地管理和决策。5G与工业互联网的结合，也是智能制造行业的应用热点。

**④ 人工智能：**以大模型（通用人工智能大模型）为代表的人工智能正在改变智能制造领域。人工智能的应用覆盖智能制造的全领域，从产品的研发设计生产检测售后、设备的维护更新到业务经营管理等，全方位赋能智能制造领域。

各种智能技术之间并非界限分明，它们是相辅相成的关系。感知层技术的发展，将赋能数字孪生、云计算、大数据以及物联网等技术，而对数据的处理和分析又是应用层面的基础。各类智能技术在相互的促进之中快速地演进，这将不断赋予智能制造加速发展的潜力。

图37 智能技术赋能智能制造全领域



来源：毕马威分析



## 多种智能技术的融合是智能制造技术主要的发展趋势

从技术端来看，技术的持续升级与迭代，本质上依赖于不同技术领域的深度融合与协同发展。以物联网为例，在近些年与5G技术和人工智能等技术相结合，实现了超低延迟、广连接，与人工智能结合，智能物联网应运而生，开启了万物智联的新纪元。同样，6G技术的突破性进展，再次印证了技术融合的强大力量。2024年7月11日，标志着通信与智能深度融合的6G关键技术取得新突破，预示着6G将实现通信、人工智能与智能感知的无缝对接，开启一个全新的智能通信时代<sup>26</sup>。在这一时代，人工智能将深刻改变通信的面貌，而6G则成为推动人工智能加速发展的强大引擎。

从需求端来看，智能制造产业细分行业众多，生产环节复杂且多样，对智能技术的需求呈现出多元化、差异化的特点。因此，在实际应用中，智能制造企业往往需要采取“技术混搭”的策略，将多种新兴技术有机融合，以发挥各自优势，逐步迈向更高层次的智能生产。

未来，以“5G+”“6G+”“人工智能+”等为代表的技术融合创新，将成为智能制造产业升级的重要驱动力。这些技术融合不仅为智能制造提供了强大的技术支撑和动力源泉，更将引领智能制造行业向更高质量、更高效率、更可持续的发展路径迈进。

### // 案例2：某德国车企打造智能制造工厂

该车企首先采用了物联网技术，将所有设备、传感器以及机器人都连接起来，获得实时数据。其次，车企引入云计算和大数据技术，建立工厂的数据中心，存储大量的生产数据的同时运用先进的算法对数据进行挖掘，优化生产过程。再者，工厂运用机器学习技术，实现机器和系统的自主学习和优化。通过多种智能技术的融合，该车企成功打造了行业中先进的生产制造工厂，打造更加高质的产品，降低了生产成本和能耗，最终获得更高的收益。

<sup>26</sup>我国成功搭建国际首个通信与智能融合的6G试验网，新华社，2024年7月

86

# 新时代智能制造： 关键技术突破与应用 前景探索



# 智能制造在汽车产业的应用： 推动汽车产业转型升级



新技术的混合应用带来制造效率和精准度的改变和提升

## 人工智能

人工智能技术的应用范围日益扩大，包括深度学习、计算机视觉、自然语言处理（NLP）和上下文感知等前沿技术，逐步替代人类执行繁琐任务，精准优化业务流程，引领效率与效能的双重飞跃。

## 工业物联网（IIoT）

IIoT通过SCADA系统(数据采集与监视控制系统)将智能设备紧密相连，构建了全面数字化的制造环境，从而重塑了制造工厂。这种集成了物联网和人工智能技术的全新制造环境，使汽车制造商能够实时监测和控制应用程序，大幅提升响应速度，并更精准地预测设备故障，从而有效降低运营成本，提升整体效率。基于物联网和人工智能的SCADA平台，实现了无缝的数据传输与分析，极大地简化了工厂运营流程。

## 5G

5G技术的普及也极大改变了汽车制造中数据传输的模式。传统的智能工厂通常依赖于以太网、Wi-Fi或4G LTE进行连接。然而，5G以其十倍于4G的传输速度，极大地拓宽了数据访问的边界，加速了数据传输的速率。汽车制造商可以利用5G技术，针对特定用例安全地使用蜂窝技术，通过在连接至5G网络的设备上安装传感器，工厂能够无需连接机器即可提取数据，实现无缝实时优化。

## 云计算和大数据分析

物联网技术中的云计算和大数据分析能够为SCADA系统提供强大的数据处理和存储能力。通过将采集到的大量数据借用5G传输至云平台，SCADA系统能够利用云计算资源进行数据存储和处理，并通过大数据分析技术挖掘数据中的隐藏价值。这不仅能够提高数据处理的效率，还能为故障预测和决策支持提供有力的技术支持。总的来说，人工智能+工业物联网+数据采集与监控+5G数据传输，提供了更有效率的数据环境、分析环境和决策环境，实现了从“事后追溯”到“实时洞察”，让原本需要事后才能了解的状况，在当下即可清晰呈现；让那些原本需要延迟分析的数据，能够在第一时间被实时剖析；更让那些需待事后反思才能改进的流程，得以立即优化与迭代。这一技术融合的成果，不仅促使整个制造环境转变为一个高度互联、无缝协同的实时数据传输网络，还赋予了制造管理者前所未有的态势感知能力。他们现在可以随时随地掌握生产现场的动态，无论是设备的运行状态、产品的生产进度，还是潜在的风险与改善机会，都能了然于胸。同时，基于实时数据的深度分析，管理者能够迅速制定并执行优化策略，确保生产流程的持续高效与灵活应变。



## 革命性制造技术给汽车行业带来的机遇

对于整车制造商而言，在迈向电气化和智能化的征途上，一个核心且紧迫的议题在于：如何考虑技术变革初期带来的成本增加，同时确保技术的安全应用与稳健落地。汽车制造技术最近几年不断发展迭代，涌现出很多革命性的制造解决方案，但最让行业重视的是以下两项：

### 1. 一体化压铸技术

一体化压铸技术可简单理解为超大尺寸产品压铸成形技术，具有尺寸大、集成度高及一次成形等特点。一体化压铸技术打破了非常成熟稳定的整车制造工艺（冲压-焊装-涂装-总装四大环节）和整车结构（动力总成、底盘、车身、电气设备四大部分）。特别是CTC（Cell to Chassis）、CTB（Cell to Body）、滑板底盘等技术的出现，对车身、底盘工艺路线以及两者原有清晰界限造成了巨大的冲击和颠覆。

目前，一体化压铸技术应用集中在下车体（包括后地板、前底板、前机舱）、电池包以及未来的上车体和侧围，一体化压铸技术持续深入的发展甚至会影响四门两盖和底盘的结构形式。CTC技术、CTB技术就是将电池包部分结构集成到下车体，而滑板底盘则是将电池包部分结构纳入了底盘部分，一体化压铸技术采用一体压铸成形工艺，而摒弃了传统的冲压+焊装路线。公开资料显示<sup>27</sup>，某新能源汽车制造企业已将一体化压铸技术作为标准工艺进行布局，该企业在加州弗里蒙特、中国上海、德国柏林、美国得州分别设立工厂，并配备14台一体化压铸设备。

与此同时，中国其他主机厂也开始跟进布局一体化压铸技术。继特斯拉之后，造车新势力以及传统车企均开始跟进布局和规划应用一体化压铸技术。据相关报道<sup>28</sup>，某新能源汽车制造企业由于采用了一体化压铸技术，该企业某一新能源车型后底板成本下降20-40%，这对严控成本的汽车行业来说极具诱惑。

在当今市场多样化、消费者需求快速变化、车型迭代加速的大环境下，一体化压铸技术以其低成本、高效率的显著优势，一体化压铸件精准契合了汽车制造业对于灵活应对市场变化、加速产品迭代升级的核心需求。可以期待一体化压铸技术会是汽车制造未来发展的重要方向之一。

<sup>27</sup>一体化压铸行业分析报告：竞争格局、行业壁垒、产业链及相关公司深度梳理，研精毕智，2024年6月

<sup>28</sup>一体化压铸技术之发展博弈，汽车工艺师，2024年第1-2期

## 2. 汽车动力电池的研发创新技术

近年来，动力电池领域的研究与发展势头迅猛，远远超越了人们传统认知中镍氢电池与锂电池的范畴。这一领域正经历着前所未有的快速增长。在全球范围内，众多国家和地区纷纷将动力电池技术视为未来能源战略的重要组成部分，不遗余力地推动其技术创新与实际应用。其中，美国、中国、日本和欧洲在动力电池领域的投资和研究力度最大，研究方向集中在以下几个方面：

- **高能量密度：**为了提高电动汽车的续航能力，研究人员不断探索新材料和技术，以提升电池的能量密度。例如，高镍三元材料（NCM、NCA）和硅基负极材料的应用大大提高了锂离子电池的能量密度。
- **长寿命：**电池的使用寿命直接影响其经济性和用户体验。通过优化电池化学和结构设计，研究人员致力于延长电池的循环寿命。目前，采用寿命预测模型和高通量实验技术，科学家们能够更有效地评估和改进电池寿命。
- **安全性：**电池的安全性始终是研究的重点之一。特别是在电动汽车领域，电池的热失控问题引起了广泛关注。研究人员通过开发新型电解液、隔膜材料和固态电解质等手段，提高电池的安全性能。

对于动力电池企业而言，未来拼的是技术创新的速度和力道。技术创新硬功夫的背后则是一套由数字研发技术支撑的高效产品研发体系。在研发流程大体相同的情况下，开发速度对于企业竞争优势至关重要。如果电池企业能够建立起更加高效的设计—仿真/测试验证—制造这一产品研发循环，一直比竞争对手更快的速度来实现新产品开发，就可以赢得战略性的竞争优势。对于电池研发来讲，要想整体产品研发体系循环更为高效，就需要逐步减少中间实验试错迭代的步骤和次数，逐步提高仿真指导设计的比重，同时通过数字化手段提高设计-测试/仿真-制造循环过程中的数据收集、整理和分析流程的效率。

构建高效产品开发循环体系的核心，离不开一系列前沿数字化技术的深度融合与创新应用，其中，经典的CAE仿真技术、新兴的计算材料学技术，以及仿真与测试实验数据的高效管理与分析技术，构成了不可或缺的三大支柱。这些技术不仅持续推动着产品开发流程的优化升级，更在不断演进中展现出新的发展趋势，引领着行业未来的发展方向。

### ● 1) 运用CAE仿真技术加速电池材料创新。

多家领先电池企业已经开始利用前沿仿真技术来对电池新产品研发进行辅助指导。通过数字化研发手段提升研发效率，不断推进材料体系创新、系统结构创新，加速了在钠离子电池、锂金属电池、无钴无贵金属电池等新化学体系方面的研发进程。有些企业则通过高通量材料集成计算平台，在原子级别对材料进行仿真设计优化，研发出高能量密度、高稳定性和低温性能优异的第一代钠离子电池技术。此外，还有些企业运用基于密度泛函理论的第一性原理，通过高通量计算筛选出掺杂元素，对现有材料进行改性，进一步提升电池工作电压、能量密度等指标。

公开资料显示<sup>29</sup>，某一新能源科技企业建立了21C创新实验室。该实验室下设六个团队，分别负责数字化研发（主要是实验测试数字化管理）、前沿材料研究、新一代太阳能电池、先进电池研究、聚合物研究以及智能计算与数字中心。该实验室核心是要构建AI+物理的数字化研发体系，这个体系既包括多尺度计算模拟仿真和高通量计算，比如运用相场方法模拟来探究颗粒分布对极化的影响，同时还引入了AI技术，比如机器学习式函数的力场和分子动力学方法，辅助材料筛选和设计，比如电解液的材料，先进行材料虚拟筛选，从数亿计的材料里面筛选出最佳的材料。

### ● 2) 建立多层次的数据管理和分析平台

在当前电池企业的运营模式中，设计、仿真与测试三大环节往往各自为营，形成了相对独立的工作团队。然而，电芯研发作为一项高度复杂且集成度极高的任务，其成功推进离不开设计、仿真与测试团队之间高效而深入的双向沟通。传统的“设计即抛、下游接手”的工作模式，无疑阻碍了部门间对于产品设计方案的及时沟通与反馈，这种信息孤岛现象极大地限制了研发效率与成果质量。

<sup>29</sup>头部动力电池厂商未来拼什么？数字研发技术，数字时氪，2022年11月

要想实现各研发团队间数据高效共享，首先就要对设计、仿真、测试等各环节的数据进行管理。

#### • 材料数据管理

电池研发的核心在于“材料配方”，如果企业能够有效管理研发所用到的材料数据，综合企业内部的试验、设计、历史积累数据和企业外部材料信息数据资源，最终形成一个覆盖范围广泛的企业级电池材料信息管理系统，由此更加方便地获取准确的材料数据，将有效提升企业电池研发仿真精度与效率。

#### • 仿真数据管理

在仿真的过程中，针对不同批次、不同型号的电池产品生成了海量的、不同类型的仿真文档和数据，对应着不同的分析结果。企业需要建立自己的虚拟仿真规范和知识库，实现对仿真知识的沉淀和复用。企业通过建立自动化脚本和仿真APP，实现仿真流程的自动化，创建完整的仿真流程模板，以此将分析专家的仿真知识和仿真流程传承给新入门的分析工程师。如此可以避免因为仿真工程师知识水平和经验积累的差异导致仿真效果的差异。

#### • 测试环节数据管理

目前电池研发的测试规模越来越大，投入的资金、设备、物料和人力已经远远超过一般的实验室测试。目前多数电池企业仍然主要以纸质或者借助Excel表格存储管理研发数据。少数头部企业通过上线研发试验管理系统（LIMS）来提高研发数据管理水平，保证测试数据的可追溯性和可重用性。

#### • 数据分析平台

在实现测试数据和流程的基本管理的基础上，企业需要建立电池表征管理和电化学参数库，实现电池测试数据和材料数据的结构化存储，搭建统一的数据管理分析平台，实现电池研发数据的全过程追溯，这也为之后将测试和仿真结合起来打好基础。

进一步的，企业可以通过建立数据平台对测试过程数据和结果数据进行分析和规律挖掘，尽可能地运用AI等技术提炼出电池内部机理规律。



## 可持续和循环绿色发展给汽车制造带来的变化

国际能源署的“2050年净零排放路线图”为实现2050年零排放的宏伟目标提供了一条途径，并为2020年、2030年、2035年和2050年设定了里程碑，明确指出了在未来三十年间全球汽车行业脱碳需要采取的措施。

### 2023年 目标

全球电动汽车销量已近汽车总销量的**10%**，这一数字是2019年市场份额的四倍。汽车制造商积极响应，通过增加可再生能源的使用比例，并推动供应链伙伴共同减排；欧盟的新电池指令要求强制收集**45%**的便携式报废电池

### 2025年 目标

欧盟法规（EU）2019/631规定了更严格的欧盟车队的二氧化碳排放目标，从2021年起减少5%。它设定了到2025年汽车和货车排放量减少**15%**的目标（相对于2021年）。

### 2030年 目标

全球60%的汽车销量是电动汽车，私家电动车充电桩：**4,000万个**，PHEV, BEV和FCEV的销量：两轮/三轮车**85%**，轿车**64%**，货车**72%**，公共汽车**60%**，重型卡车**30%**，加氢站：**1.8万个**。欧盟的新电池指令要求强制收集**73%**的便携式报废电池



### 2035年 目标

新乘用内燃机汽车的销量将为零，**50%**的重型卡车销售是电动的；

### 2040年 目标

美国的目标是到2040年实现重型车辆零排放，而欧盟则提议到2040年卡车的二氧化碳排放量减少**90%**（与2019年的水平相比）；

### 2050年 目标

私家电动车充电桩：**2亿**。PHEV, BEV和FCEV销量：两轮/三轮车**100%**，轿车**100%**，货车**100%**，公共汽车**100%**，重型卡车**99%**，加氢站：**9万个**。

汽车制造商需要加速采用电动、互联、自动驾驶和共享出行，通过减碳措施减少环境影响，并积极探索循环技术开发，以实现资源的最大化利用与循环再生。

而从中国政策监管来看，2021年，国家发展改革委等多个部门联合印发了《“十四五”循环经济发展规划》，其中推进“汽车使用全生命周期管理”被列为2021-2025六项重点行动之一。汽车制造商如果要切实履行行动内容，必须要建立覆盖研发、销售、供应链和生产制造多职能且全生命周期的可持续绿色举措。展望未来，随着电动汽车的普及和绿色能源的普及，汽车尾气排放有望减少。然而，不容忽视的是，汽车制造过程中不同材料的使用所引发的碳排放问题（尤其是纯电动汽车因其高基准材料排放而更为显著）可能会在一定程度上增加汽车生命周期内的总体碳排放量，进而提升生命周期内的排放占比。这一挑战迫使汽车制造商必须深入反思并积极探索在汽车生产制造领域的变革之路，以兑现其可持续发展与绿色承诺。带来的变化如下：

### ► 制定针对新材料的生产供应链规划和策略

汽车制造商需要和原始材料供应商加强协作沟通使电动汽车在新材料绿色脱碳技术上不断改善。对于新材料的供应链管理要平衡材料需求和供应，携手供应商，共同制定循环材料流，解决二氧化碳排放和资源消耗的问题，以确保向净零排放汽车的平稳过渡。供应链管理离不开数字化技术的赋能。企业可以利用成熟的工业物联网平台、云计算、大数据和人工智能等新一代数字技术，建立“综合碳管理数字化系统”，用来收集和存储组织产生的所有能源和碳排放数据，帮助企业直观地了解其碳消耗的实际情况，实现数据可视化、碳消耗预测与优化、碳监测和分析。可以通过集成减碳举措进度管理、碳排放看板、产品碳排放生命周期评估（LCA）数据设计等方法，或可以连接核心材料供应商端数字化碳管理平台，进行供应商减碳进展跟踪、减碳建议举措、碳排放数据管理与支持系统等。

### ► 建立研发和制造的循环经济

汽车模块化设计虽然在初期可能增加生产环节的成本，但其长远效益却极为显著：在维修环节能带来1.5至4倍的成本节约，而在报废循环阶段更是能实现2至5倍的成本效益提升。随着高级循环技术的不断成熟与应用，这些技术不仅将显著提高车辆报废处理与材料再加工的收入，还有望降低低碳材料的采购成本，形成良性循环。

尤为重要的是，当某一价值链成功实现循环发展时，车辆的行驶里程将得以延长，各项环保与可持续发展倡议将形成协同效应，为“即服务”等创新商业模式提供强有力的支撑。在此模式下，尽管汽车销量可能因使用率的提升而有所减少，但大幅提升的潜在收入将远超这一损失，为企业开辟新的盈利增长点。企业应当积极拥抱这一变革，通过采用新的商业实践，深入挖掘循环经济所蕴含的价值潜力，实现车辆全价值链、全生命周期的优化与升级。为此，加强合作至关重要。企业应携手共建通用、透明的数据共享平台，促进信息流通与资源共享，为构建可循环、高效能的价值链奠定坚实基础。通过这样的合作，不仅能够推动汽车产业的绿色转型，还能为企业自身带来长远的竞争优势与可持续发展能力。

可持续与绿色循环发展的理念为汽车制造业开辟了前所未有的创新疆域，这一深刻变革不仅重塑了传统汽车制造的方式，更促使我们重新审视并优化制造与研发、供应链、新材料之间的关系，将制造环节深度融入汽车产业价值链的每一个环节。在挖掘价值的过程中，用最新的检测技术来识别最合适的材料，用最新的算法来模拟制造流程最佳，用最可靠的数据来计算制造成本最低。真真正正帮助汽车行业实现，未来可期的“智能制造”。

# 智能制造在电子产业的应用： 提升电子产业生产效率与质量

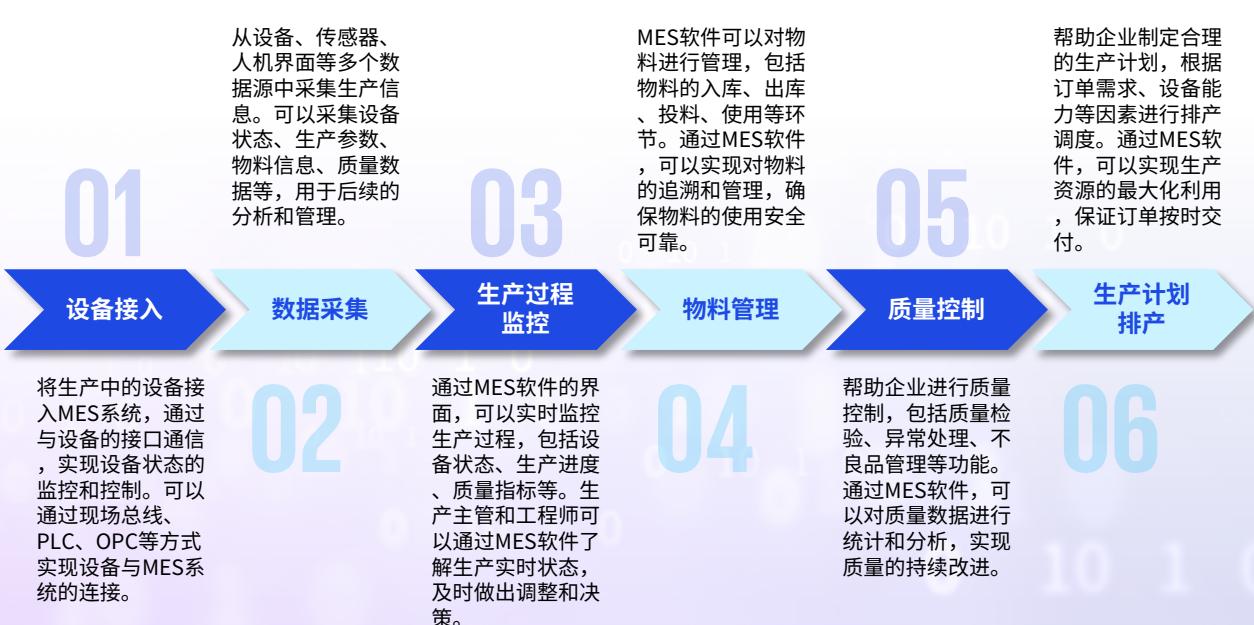


## 智能化生产流程与质量控制

新一代信息技术不断取得进步，如人工智能、大数据、云计算等前沿科技正深度融合与应用，电子产业的生产流程和质量控制正经历深度变革。通过自动化、信息化和智能化技术的深度融合，智能制造能有效缩短产品研制周期、降低研制成本、提高生产效率、提升产品质量。印制电路板（Printed Circuit Board, PCB）在电子产业中具有极其重要的地位，作为关键元器件，PCB几乎应用于所有现代电子产品中，被誉为“电子产品之母”。其主要功能是将电子元器件连接和传输，为电子设备提供电气连接、信号传输、电源供给等关键功能。因此，PCB的质量直接影响着最终电子产品的功能和可靠性，保证PCB的高质量制造，是确保电子产业生产效率与质量的关键所在。

然而，传统PCB制造过程中，人工操作、纸质记录和经验判断等方式占主导地位，不仅效率低下，且容易出现人为误差，导致产品质量波动不定。将智能制造引入到PCB生产流程中，通过引入制造执行系统（MES），可以实现原材料入库至成品出库的全程实时监控、数据采集与分析优化，使得每一个生产环节都能可控化和可视化，还能根据订单需求、设备能力等因素进行排产调度，从而确保了产品质量的稳定与交付的准时。

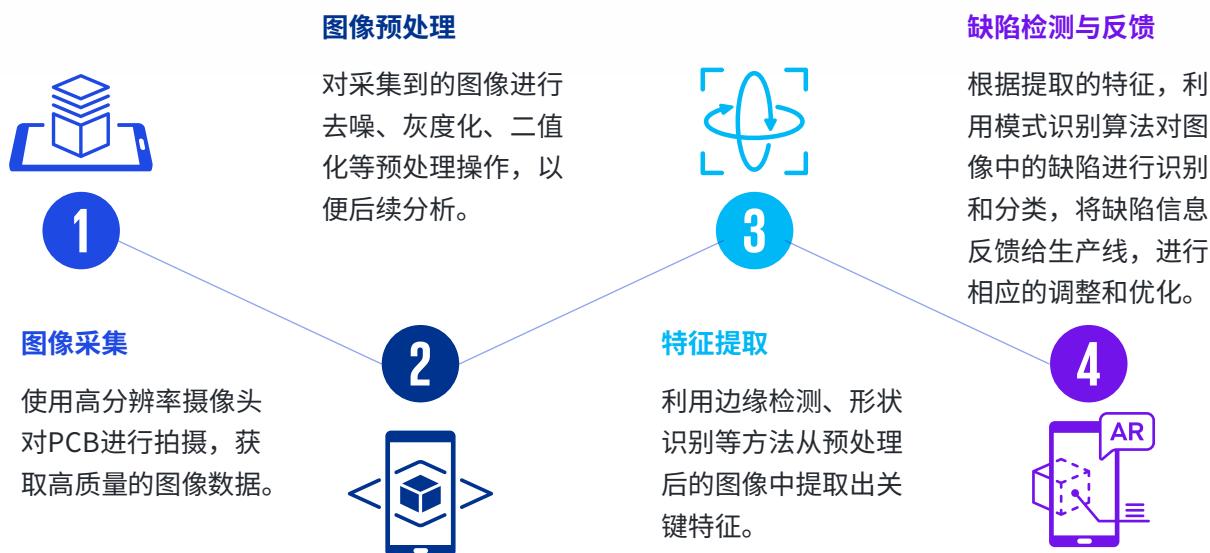
图38 MES在PCB生产中的操作流程



来源：公开信息整理，毕马威分析

机器视觉检测技术作为智能制造的核心技术之一，目前已广泛运用到PCB的缺陷检测上，成为电子产业中不可或缺的技术。这项技术能够快速准确地识别和分析PCB的各种缺陷和问题，相比传统人工目检，具有速度快、效率高、非接触测量等技术优势，减少人力成本，降低因人为因素导致的漏检误检。通过安装摄像头和光源，机器视觉检测系统可实时拍摄PCB的图像，并通过图像处理算法来分析和检测各种问题，如短路、断路、焊接不良等，从而大大提高PCB的生产效率和精度，为质量控制和优化提供依据，从而推动电子产业向智能制造的转型和升级。

图39 机器视觉检测技术在PCB生产中的应用流程



来源：公开信息整理，毕马威分析



## 机器人与自动化设备在生产线上应用

机器人技术持续革新，智能制造模式凭借数字化、网络化与智能化的核心特质，正逐步塑造电子产业发展的新蓝图。相较于传统工业设备，工业机器人以其高精度、高稳定性及成本效益的显著优势脱颖而出，不仅在智能化水平、生产效率及安全性能上的表现卓越，还凭借其易于管理的特性，成为高危作业环境下的理想选择，显著提升了电子产业生产作业的安全性与经济效益。

进一步讲，依托先进的信息技术与网络技术，以工业机器人为核心构建的大型自动化柔性生产线，通过无缝集成与高效协同其他生产资源，在统一的信息化平台调度下协同作业，实现了生产效率的质的飞跃。这种高度集成的生产模式，能够灵活应对市场需求变化，为生产线带来了前所未有的灵活性。

特别是在日新月异的3C电子制造业中，由于产品种类繁复、更新换代速度极快，协作机器人以其小巧灵活、部署便捷的特点，成为了实现柔性生产的得力助手。它们能够支持快速换产与定制化生产需求，为3C电子产品的快速迭代与多样化生产提供了强有力的支持。

### // 案例3：

某机器人公司旗下的DUCO多可协作机器人针对3C行业的制造问题，从产品线上即提出了解决方案：GCR 系列六轴协作机器人，负载范围覆盖3至25KG，工作半径最高可达2,000mm；S系列七轴与双臂协作机器人，为狭小空间内的高自由度痛点与多机协同工作提供了更多选择；基于自研移动平台集成的多可移动协作机器人，可进一步实现对物料的转运、装配、检测等功能应用。同时，开放式智能操作系统平台DUCO Core，为机器人智能控制加码，多维度地提供可落地的升级解决方案，充分满足了多应用场景的行业生产制造需求。

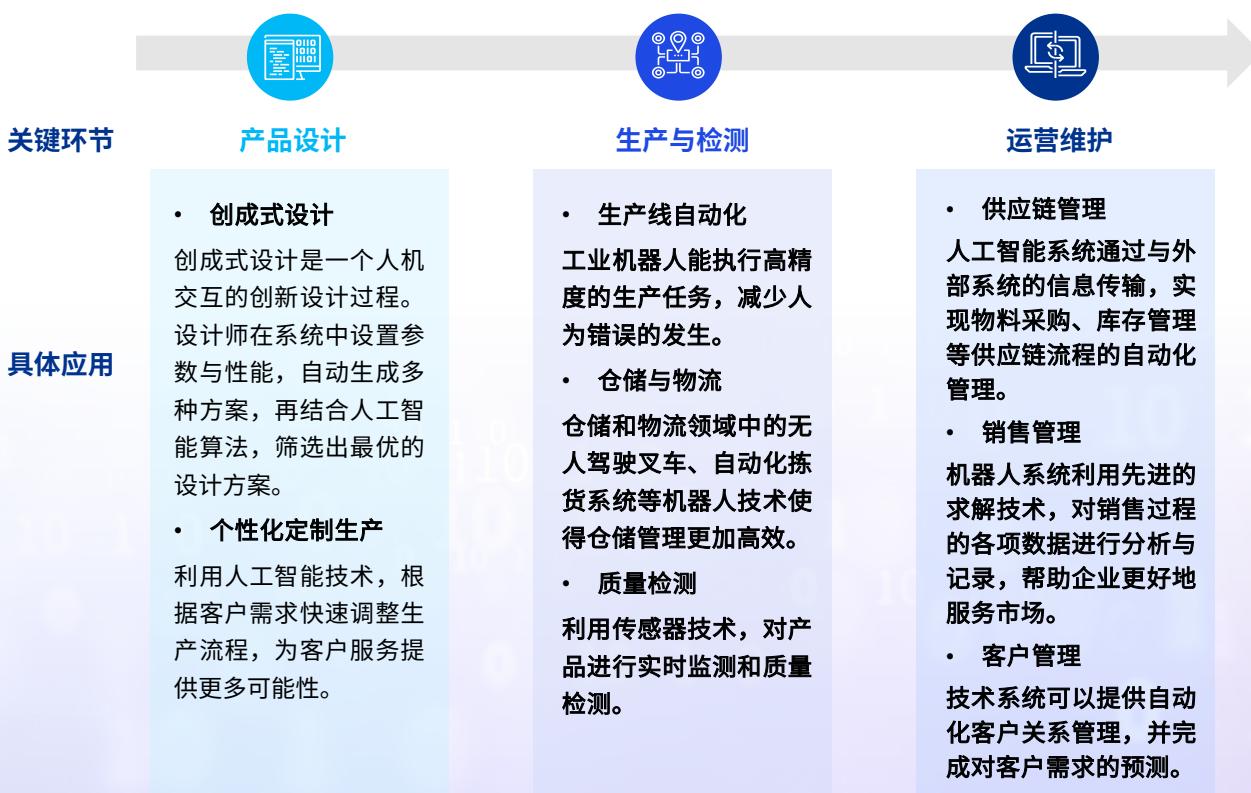
# 智能制造在机器人产业的应用： 拓宽机器人应用领域与深度融合



## AI+工业机器人：引领智能制造场景应用新篇章

工业机器人是一种在工业领域中广泛应用的自动化设备，它具有自动控制、可编程和多功能的特性。随着大数据技术的发展，人工智能（AI）与工业机器人之间建立起了紧密的关系，其中工业机器人是人工智能领域的重要载体。目前制造行业正经历数智化转型，人工智能与工业机器人逐渐代替传统的人工模式，被应用于产品设计、生产检测以及运营维护等环节，这不仅拓宽了制造企业的应用场景，还进一步提升了生产效率以及降低生产成本。

图40 人工智能与工业机器人在制造行业中的应用



来源：毕马威分析

#### // 案例4：某制造业企业的智能化工业搬运场景

工业机器人作为工业自动化、智能化生产的核心力量，将为制造企业探索新型工业化提供全新路径。例如某制造企业利用AI大模型转变工业机器人运作模式，提升码垛搬运效率，具体来看，首先是行业专家创建场景描述、SOP工艺流程、机器人API文档及参考代码等场景知识库，让大模型可以自动获取对应场景的知识；随后工作人员通过自然语言提出任务需求，大模型自动生成执行代码，只需微调即可使用；最后现场的工人师傅只需要点击“开始启动”按键，大模型就能自动计算出不同货箱的位置，工业机器人即可自动完成码垛，大大增强了码垛的结构稳定性与安全性。



#### 建筑机器人：智能建造赋能建筑行业发展升级

当前，面对工程建筑行业复杂多变的市场环境、ESG的合规要求、激烈的同质化竞争等多方面的挑战，各建筑企业正在通过加快数字化转型、增加装配式技术应用、强化组织能力建设、主动拥抱ESG等方式加以积极应对，其中不少建筑企业纷纷布局使用建筑机器人，以便于提升生产效率和材料利用率。具体来看，建筑机器人是一种用于建筑物建造与维护的自动或半自动机器设备，主要是替代人类执行建造工作，从而提升工作效率，其类别主要分为砌墙机器人、喷涂机器人、检测机器人、装配式建筑机器人、钢筋绑扎机器人、铺地砖机器人、钢梁焊接机器人等，被建筑企业应用于多个建筑项目之中。

#### // 案例5：某建筑施工现场的建筑机器人应用

建筑机器人的应用领域非常广泛，涵盖了从基础施工到室内装修的多个方面。例如在某建筑项目中，施工方秉承工业化、数字化、智能化建造理念，在项目过程中运用多种机器人以及新型技术手段，用新质生产力引领高品质建设，针对混凝土处理，项目单位运用四轮激光地面整平机器人、履带抹平机器人、抹光机器人等设备分别对地面进行整平、抹平和抹光，有效减少了平整度误差；针对室内的装修，则是运用了室内喷涂机器人，该机器人融合了环境感知、柔性控制等技术，集成自然导航底盘及自助升降喷涂机构，进行自助式的室内喷涂作业。除了上述的情形，建筑机器人还被运用在后勤、安全巡检等工作流程中，为建筑行业的智能制造发展提供了有力支持。



## 运输机器人：助力物流搬运的技术革新

运输机器人是指具有一定运输能力和移动能力的机器人，这类机器人能够在不需要物理或机电引导装置的情况下，根据导航进行自主移动，将货物运送到目标位置。在运行过程中，运输机器人涉及力学、传感器运用、机械学、自动控制技术、计算机技术等的专业技术领域，具备全天候工作、智能操作等特点，现阶段在制造业、物流等多个领域都有广泛的应用，帮助制造业企业提高运输效率、降低人工成本。

图41 运输机器人在制造业中的主要功能



来源：毕马威分析

### // 案例6：某物流中心的运输机器人“黑科技”

随着技术的发展，运输机器人开始成为物流工作的一个重要分支，例如某物流中心运用高速搬运机器人进行各类物资分拨、运输、回收等日常任务，高峰期日处理量可达千余吨。该机器人通过激光、视觉、IMU等传感器融合技术，能有效应付物流中心的复杂场景，全程实现系统操作、无人运输的数字化管理，并记录货物库存数量，清晰掌控货物的动态详情。



## 人形机器人：瞄准方向推动技术突破

人形机器人是一种模仿人类外观和行为的智能机械体，一般拥有“大脑、小脑、肢体”等类人结构，具备环境感知、行为控制、人机交互等能力，有助于推动云端和边缘端智能协同部署。目前，人形机器人的应用场景非常广泛，在工业制造、医疗康复等领域均有使用，但在关键基础部件、操作系统、整机产品、领军企业和产业生态等方面仍存在短板弱项，需要加强政策引导，集聚资源推动技术创新，培育形成新质生产力。

根据产业发展现状以及相关技术的发展，人形机器人主要在特种领域、制造业典型场景、民生及重点行业三类方向进行突破与创新：

### • 特种领域

根据地震、水灾等特殊场景的救援需求，人形机器人主要凭借复杂地形高机动鲁棒行走、态势感知、自身安全防护、复杂任务智慧生成、高精度操作等关键技术，提升续航与环境适应能力。关键技术的突破，有助于强化人形机器人在恶劣环境生存、复杂地形适应、外力冲击防护等能力，从而提升在特种领域的救援效率和安全性。

### • 制造业典型场景

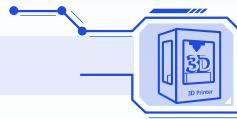
在制造业中，人形机器人能帮助传统制造企业、工业园区释放需求。现阶段，计算机、通讯、汽车等制造业企业着重提升人形机器人工具操作与任务执行能力，通过打造人形机器人示范产线和工厂，推动人形机器人在装配、转运、检测、维护等工序的应用，打造制造业典型场景。

### • 民生及重点行业

针对医疗、物流等民生和重点行业，人形机器人的人机交互可靠性和安全性正不断得到提升，相关企业通过开发具有复杂区域引导、灵活操作、多模态人机交互的解决方案，加强技术与场景深度融合。

# 智能制造在航空航天产业的应用： 助力航空产业提质增效

## 增材制造（3D打印）技术推动产业转型升级



增材制造（Additive Manufacturing, AM），又称3D打印，是一种以三维模型数据为基础，通过逐层添加材料来制造零件或实物的技术。因其独特优势和可行性，增材制造可以克服几乎任何形状、材质、性能和功能方面的限制，从而实现复杂结构的设计自由。由于航空航天领域对材料和结构的特殊要求，如轻量化、高强度和复杂设计，使得增材制造技术成为理想的解决方案，美国“增材制造路线图”把航空航天需求作为增材制造的第一位工业应用目标。

- 复杂结构件的制造：**增材制造技术通过材料逐层打印制备结构，能够实现航空航天领域复杂几何形状的零件制造，这在传统制造方法中往往难以实现。例如，通过选择性激光烧结（SLS）工艺，可以制造出陶瓷、金属和聚合物复合材料的大型结构件。这种技术不仅解决了高精度、高性能、复杂结构零件一体化制造的难题，还实现了耐高温新型复合陶瓷材料体系的开发，从而提升了复杂结构件的结构-功能一体化设计制造能力。
- 轻量化设计与制造：**拓扑优化的设计方式因不依赖于初始构型的选择，可设计出传统理念难以获得的创新构型，已成为航空航天和高端装备领域高性能、轻量化结构设计的重要手段。利用拓扑优化的设计方式，结合增材制造技术，充分发挥各自优势和潜力，可以实现航空发动机零部件的一体化、轻量化和高效化创新设计与快速制造。例如，在四旋翼无人机机身的轻量化设计中，通过将拓扑优化与熔融沉积成型（FDM）增材制造相结合，实现了结构设计与制造的一体化。此外，采用增材制造技术可以减少需要组装的零部件数量，并且在保证相同质量和强度的情况下，加快生产速度，有效解决了传统制造中成本高昂、时间长等问题。

### // 案例7：某一金属增材制造技术全套解决方案提供商3D打印技术在航空航天领域的应用

燃气发生器身部和燃烧室均为某重要发动机中的关键零部件，零件内部结构复杂且对外形、流道精度要求严格。燃烧室零件周身均布百余条细长流道，燃气发生器身部零件内有数十个冷却通道，零件最小特征尺寸精度为 $\pm 0.05\text{mm}$ ，使用传统锻造、焊接等工艺加工无法达到技术要求。而金属3D打印技术可实现复杂结构一体成形，大大缩短发动机装配周期，集成化设计还可有效减少零组件数量，提高发动机使用维护性，也更容易进行零部件批量化生产。此提供商前期对零件关键特征进行充分的工艺验证，并快速进行工艺迭代优化，从力学性能、特征尺寸等方面保证成形零件满足技术要求。

根据零件尺寸及结构特点，此提供商使用BLT-S310及BLT-S400分别成形燃气发生器身部及燃烧室。双激光金属3D打印设备BLT-S400可一次成形2个燃烧室，兼顾产品品质与效率，大大缩短交付周期、减少综合成本。

### 智能机器人提高航空航天装配的精度和质量



航空部件的装配，种类繁多、工序复杂、专业性强，且航天装备由于高稳定性、高精度、高安全性等特点，对装配有着极高的工艺要求与技术要求。目前，中国总装生产过程大部分采用手工模式装配，总装过程对操作人员技能要求较高，手工工作量大，工人劳动强度高，安装装配周期长，而且较容易出现碰撞损伤和返工现象，产品质量不易保证，生产效率提升困难。将智能机器人应用到该领域，通过高精度的控制系统和定位误差补偿技术，可以提高航天装备装配效率，缩短航天装备生产周期，保证装备配质量一致性，确保装配过程的高精度和高质量。

### // 案例8：某一科技集团公司智能双臂协作装配机器人系统

双臂协作智能机器人系统应用到航空航天领域，主要能解决待装配部件的精准识别和抓取、安装基座的精确识别以及螺丝孔的精准识别和螺丝的精准锁付等问题。智能双臂协作精密装配机器人系统实现高精尖武器的航空航天领域待装配部件自动装配，进行一些关键航空航天领域待装配部件装配的自动化代替，提高生产效率以及安装质量，助力解决人工手动安装的批量、重复性、繁重操作问题，将更多的工人从产线解放出来，参与其他更重要的工作任务，节约人工、节省装备时间，实现航空航天装备成本的进一步降低，推动武器装备的生产工艺向智能化的转型。



# 工业大模型： 赋能智能制造，推进新型工业化



为智能制造提供技术支持与数据驱动

工业领域数字化转型深入推进，各企业对精细化、智能化管理的需求日益增长，这促使了“工业大模型”的应运而生。总体来看，工业大模型是一种推进工业智能与智能系统前沿研究的产业新形态，这种形态通过结合数据、算力、算法等的基础结构与知识，构建通用大模型、行业大模型、场景大模型等三类大模型形态，未来将打通虚拟空间和现实空间，极大提升研发设计、生产制造等环节的运作水平，为智能制造和工业领域提供了重要的支持和推动。

当前，以基础大模型为技术底座的工业大模型正在为智能制造领域拓展更多新空间，推动智能制造的技术升级以及模型训练架构的更新迭代。具体来看，工业大模型具备了强大的学习和推理能力，它通过结合自然语言处理技术、传感器数据分析技术、图像识别技术等处理生产环节中出现的问题，实现智能制造领域的技术突破。例如针对电路板产品的质量检测环节，工业大模型可以在原有的智能检测基础上实现进一步的快速高效视觉检测，这种机器视觉方法包括自动光学检测技术、功能测试法等，在检测过程中，工业大模型对电路板的原始图像进行分析，识别出产品是否有划痕、氧化、焊盘脱落等问题，并把检测标准同步到其他批次的产品中，实现对产品检测的快速适配。

除了技术支持以外，工业大模型在数据的采集、处理、存储、管理等方面革新中起到了至关重要的作用。面对智能制造的新需求，工业大模型依托自身强大的知识储备，从微观层面对生产过程的实时数据、设备运行状态、工艺参数等进行处理，深度洞察数据处理中出现的复杂问题。在经过数据分析后，企业可以从中提取有效信息，提升运作效率，以产品研发为例，工业大模型可以通过分析大量的已知原材料分子数据，从中找出符合应用场景的最优候选材料，并生成一个新的产品分子设计方案，相较于原有的研发思路，大模型的运行有效缩短了产品研发的时间和成本，强化了企业的数字化应用能力。

## 为工业领域打造多元化应用场景

工业领域正处于从数字化向智能化迈进的阶段，工业和信息化部指出要加快培育面向工业领域的大模型，构建高水平工业数据库，激发工业数据要素价值。未来，工业大模型有望在工业领域带来“基础模型+各类应用”的新范式，提升人工智能应用的普及率。从工业的发展来看，工业大模型在工业领域的应用场景广泛且多样，涵盖研发设计、生产制造、经营管理、产品服务等多个方面。根据《工业大模型应用报告》的研究<sup>30</sup>，目前以生成式AI为主的大模型在工业领域还未实现对以判别式AI为主的小模型的替代，大小模型将长期并存。小模型在工业领域具有深厚的应用基础和经验积累，同时工业场景对于成本收益比、稳定性和可靠性的高要求也制约了大模型的应用渗透，两者将长期并存且相互融合，共同推动工业智能化发展。

**图42 工业大模型在工业领域的场景应用**



来源：毕马威分析

### 案例9：某制造业企业发布工业大模型5大工业场景行业应用

工业大模型的优势在于其强大的泛化能力，可以在不同的领域和任务上进行迁移学习，而无需重新训练。例如某制造业企业发布工业大模型5大核心能力和5大工业场景行业应用，结合工业场景实际需求形成工业文本生成、工业知识问答、工业理解计算、工业代码生成、工业多模态5大核心能力，可以实现海量数据和大规模知识的整理和运用。在场景运用中，大模型完全颠覆了以程序员为主去进行工业场景软件开发的传统作业模式，大幅提升解决问题的效率，从而节约生产研发成本。

<sup>30</sup>工业大模型应用报告，毕马威中国，2024年3月

# 智能制造在物流和供应链管理的应用： 促进协同优化与效率提升



## 冷链物流：智能保鲜新体验

随着国内物流行业的发展以及跨境电商规模的壮大，社会对于冷链物流的需求正不断增长，数据显示，2024年1-5月中国冷链物流需求总量为1.91亿吨，同比增长4.2%，冷链物流总收入为2,486亿元，同比增长3.8%，其中生鲜电商冷链、农村寄递冷链物流、跨境冷链物流等业务的营收同比增长10%左右<sup>31</sup>，市场规模持续扩大。现阶段，传统冷链物流的运输仓储设备陈旧、冷藏车数量不足，不利于提升物流企业的运营效率，因此不少物流企业利用大数据、物联网等技术，对产品的生产、仓储和运输等环节进行智能化保鲜与监控管理，从而提高转换效率并降低生鲜损耗。

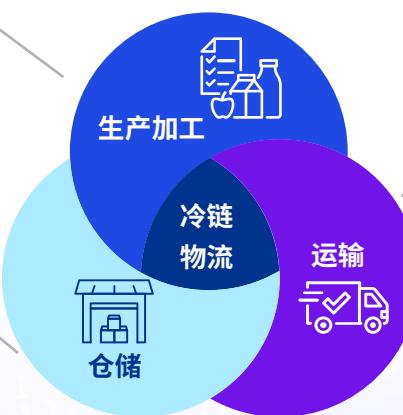
图43 冷链物流的智能保鲜技术

### 相关智能技术：

- 制冷技术
- 产品自动检测技术
- 规模化包装技术
- 速冻技术

### 相关智能技术：

- 高效预冷技术
- 光保鲜技术
- 可视化监控
- 气调技术



### 相关智能技术：

- 智能温控
- 开机自检功能
- 多功能智能保鲜模式
- 远程操控系统

来源：公开信息整理，毕马威分析

<sup>31</sup>冷链物流总额同比增长4%，人民网，2024年6月

### // 案例10：某物流企业的冷链集装箱装备为国际冷链货运提供运输服务

为做好更多的国际冷链物流服务，某物流企业研发出柴电一体冷藏集装箱，具备公司自主研发的信息系统，智能温控、开机自检、远程定位、数据传输、远程操控等功能，可满足各类冷藏、冷冻货品的运输。在货品仓储方面，集装箱内配备电装置以及多种智能保鲜模式，确保集装箱运行的稳定性以及产品的鲜度。在数据处理方面，集装箱采用北斗+5G，可以远程监控和掌握箱内货品实况，并保障数据隐私安全，进一步保障国际供应链和贸易链稳定发展。



### 产品出海：供应链智能化升级

全球进程持续加速，促使众多企业将目光投向海外市场，探寻更为广阔的发展空间。借助出海策略，企业能够迅速占领海外市场，实现市场规模的快速扩张，同时提升品牌知名度与国际竞争力。提升供应链智能化逐渐成为各企业出海谋机遇的重要抓手，它通过实现供应商、承运商、仓库、物流以及客户等环节间的信息共享与协同合作，极大地提升了运作效率。

具体来看，企业首先是通过打造智能化供应链平台，整合相关区域、行业、企业的资源，覆盖产业链上中下游，为产业链相关方提供交易、融资、结算、物流配送、库存管理、市场营销、信息技术等综合性服务，实现供应链上中下游各企业在产品设计、原材料采购、加工生产、产品销售及出口、售后服务等方面高效的协同和优势互补。其次是依托智能化供应链平台，催生供应链升级，例如仓库机器人服务、全链条库存监控、路径优化、大数据需求预测、产品上线与进入海外市场等，不断打破市场边界。最后是做好全球供应链服务，面向国际商家，企业主要提供的服务有全球包裹网络、全球货运网络以及全球供应服务，这三种类型的服务建立在全球物流基础设施云化的基础上，反映出企业数智化发展的基本技术能力。

### // 案例11：某企业的数字化供应链

某企业聚焦零售供应链全链路，构建了人、货、场全面覆盖的数智化供应链产品体系，采用大数据技术对实物流、信息流及资金流进行整合管理，实现供应链全貌的可视化，还利用智能算法实现对整体供应链架构、运行管理状态、市场动态的实时信息采集、感知及调整。通过这一先进的数智化供应链，该企业还能为客户提供智能预测、智能备货、智能库存、智能分单以及智能调度等一系列功能，助力客户实现供应链的数字化升级，实现降本增效。

# 结语

智能制造是新质生产力的重要载体。近些年来，制造技术与大数据、云计算、人工智能等前沿技术实现了深度融合，制造领域出现了许多新的业态和模式，智能制造进入了崭新的发展阶段。本次报告关注新质生产力驱动下的智能制造行业革新，涵括智能制造的发展历程、发展现状、资本市场情况、基础设施建设、具体行业创新发展以及发展趋势，是毕马威中国对智能制造的深刻洞察和未来展望，为中国制造企业实现智能制造提供参考与启示。

作为制造强国的主攻方向，智能制造发展水平将关乎中国在全球制造业体系中的竞争地位，智能制造是中国制造业产业升级的必然趋势。未来，随着算力、网络安全与信息安全等基础设施的不断完善以及新兴技术的攻关与广泛应用，中国制造业将在研发、设计、生产、测试、运维以及售后等环节逐步实现数字化、智能化改造，在各个细分领域打造智能工厂、智能供应链和智能产业园，最终实现制造行业的高端化、智能化、绿色化发展。

毕马威中国期待与更多合作伙伴携手，拥抱产业转型升级的机遇与挑战，为智能制造企业提供专业的服务，共同推动智能制造产业的发展。

# 附录

序号	英文简称	英文名称	中文名称
1	IMS	Intelligent Manufacturing System	智能制造系统
2	CAD	Computer Aided Design	计算机辅助设计
3	CAE	Computer Aided Engineering	计算机辅助工程
4	CAPP	Computer Aided Process Planning	计算机辅助工艺规划
5	CAM	Computer Aided Manufacturing	计算机辅助制造
6	ERP	Enterprise Resource Planning	企业资源计划
7	MRPII	Manufacturing Resources Planning	制造资源计划
8	CIMS	Computer Integrated Making System	计算机集成制造系统
9	CPS	Cyber-Physical Systems	信息物理系统
10	EFLOPS	Exa Floating-point operations per second	每秒执行10的18次方次浮点运算
11	ICT	Information and Communications Technology	信息与通信技术
12	APC	Advanced Process Control	先进过程控制
13	PLC	Programmable Logic Controller	可编程控制器
14	RFID	Radio Frequency Identification	射频识别技术
15	CRM	Customer Relationship Management	客户关系管理
16	APS	Advanced Planning and Scheduling	高级计划与排程
17	MES	Manufacturing Execution System	生产执行系统
18	WMS	Warehouse Management System	仓储管理系统
19	TMS	Transportation Management System	运输管理系统
20	MRP	Material Requirements Planning	物料需求计划
21	ETO	Engineering to Order	按订单设计
22	PCB	Printed Circuit Board	印刷电路板
23	SMT	Surface Mount Technology	表面组装技术
24	BOM	Bill of Materials	物料清单
25	IT	Information Technology	信息技术
26	CT	Communication Technology	通信技术
27	OT	Operational Technology	控制技术/运营技术
28	DT	Data Technology	数据处理技术
29	XaaS	“X as a service” 、 “anything as a service” 或 “everything as a service”	一切皆服务
30	DRAM	Dynamic Random Access Memory	动态随机存取存储器
31	NAND	Not AND	NAND是一种非易失性存储器，以更高的容 量存储比其他存储器更多的数据
32	SSD	Solid State Drive	固态硬盘
33	SOC	Security Operations Center	安全运营中心
34	IIoT	Industrial Internet of Things	工业物联网
35	SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	数据采集与监视控制系统
36	4G LTE	4G Long Term Evolution	第四代移动通信技术
37	CTC	Cell to Chassis	电芯车辆底盘一体化技术
38	CTB	Cell to Body	电池车身一体化技术
39	NCM	镍 (Ni) 、钴 (Co) 和锰 (Mn) 的组合	高镍三元材料之一
40	NCA	镍 (Ni) 、钴 (Co) 和铝 (Al) 的组合	高镍三元材料之一
41	LIMS	Laboratory Information Management System	研发试验管理系统/实验室信息管理系统
42	LCA	Life Cycle Assessment	生命周期评估
43	OPC	Object Linking and Embedding for Process Control	OPC包括一整套接口、属性和方法的标准 集，用于过程控制和制造业自动化系统
44	AI	Artificial Intelligence	人工智能
45	SOP	Standard Operating Procedure	标准作业程序
46	API	Application Programming Interface	应用程序编程接口，是软件系统不同组成 部分衔接的约定
47	IMU	Inertial Measurement Unit	惯性测量单元，是一种测量物体三轴姿态 角（或角速率）以及加速度的装置
48	AM	Additive Manufacturing	增材制造
49	SLS	Selective Laser Sintering	选择性激光烧结
50	FDM	Fused Deposition Modelling	熔融沉积成型

# 联系我们



**江立勤**

毕马威中国  
客户及业务发展主管合伙人  
邮箱：michael.jiang@kpmg.com



**Norbert Meyring**

毕马威中国  
工业制造行业主管合伙人  
邮箱：norbert.meyring@kpmg.com



**马于翀**

毕马威中国  
工业制造行业审计主管合伙人  
邮箱：james.ma@kpmg.com



**张庆杰**

毕马威中国  
工业制造行业咨询主管合伙人  
邮箱：qingjie.zhang@kpmg.com



**张曰文**

毕马威中国  
工业制造行业税务主管合伙人  
邮箱：william.zhang@kpmg.com



**王齐**

毕马威中国  
华东及华西区工业制造行业审计主管合伙人  
邮箱：jeff.wang@kpmg.com



**付强**

毕马威中国  
北方区工业制造行业审计主管合伙人  
邮箱：oliver.fu@kpmg.com



**冯亦佳**

毕马威中国  
华东及华西区工业制造行业主管合伙人  
邮箱：anna.feng@kpmg.com

# 联系我们（续）



**谭圆**

毕马威中国  
北方区工业制造行业主管合伙人  
邮箱：joyce.tan@kpmg.com



**康琦明**

毕马威中国  
工业制造行业战略及交易咨询合伙人  
邮箱：lq.kang@kpmg.com



**季刚**

毕马威中国  
工业制造行业数字化赋能业务主管合伙人  
邮箱：andrew.ji@kpmg.com



**郝长伟**

毕马威中国  
工业制造行业网络安全和数据保护服务主管合伙人  
邮箱：danny.hao@kpmg.com



**黄珂**

毕马威中国  
工业制造行业税务总监  
邮箱：heather.huang@kpmg.com



**裴珊**

毕马威中国  
工业制造行业行业经理  
邮箱：iridio.pei@kpmg.com



毕马威中国研究院

孟璐、刘靖男、范嘉怡、连伟、黎燕平、刘宛昀、刘一凡、陆晓彤、徐江南、曾佩怡

# 关于毕马威中国

毕马威中国在三十一个城市设有办事机构，合伙人及员工超过14,000名，分布在北京、长春、长沙、成都、重庆、大连、东莞、佛山、福州、广州、海口、杭州、合肥、济南、南京、南通、宁波、青岛、上海、沈阳、深圳、苏州、太原、天津、武汉、无锡、厦门、西安、郑州、香港特别行政区和澳门特别行政区。在这些办事机构紧密合作下，毕马威中国能够高效和迅速地调动各方面的资源，为客户提供高质量的服务。

毕马威是一个由独立的专业成员所组成的全球性组织，提供审计、税务和咨询等专业服务。毕马威国际有限公司（“毕马威国际”）的成员所以毕马威为品牌开展业务运营，并提供专业服务。“毕马威”可以指毕马威全球性组织内的独立成员所，也可以指一家或多家毕马威成员所。

毕马威成员所遍布全球143个国家及地区，拥有超过273,000名专业人员。各成员所均为各自独立的法律主体，其对自身描述亦是如此。各毕马威成员所独立承担自身义务与责任。

毕马威国际有限公司是一家英国私营担保有限责任公司。毕马威国际及其关联实体不提供任何客户服务。

1992年，毕马威在中国内地成为首家获准中外合作开业的国际会计师事务所。2012年8月1日，毕马威成为四大会计师事务所之中首家从中外合作制转为特殊普通合伙的事务所。毕马威香港的成立更早在1945年。率先打入市场的先机以及对质量的不懈追求，使我们积累了丰富的行业经验，中国多家知名企长期聘请毕马威提供广泛领域的专业服务（包括审计、税务和咨询），也反映了毕马威的领导地位。

# 关于毕马威中国研究院

毕马威中国研究院专注于开展宏观、行业、区域和细分领域的深入研究。研究院集结了毕马威中国网络的研究力量，结合毕马威全球资源，以国际化视野，为经济和商业领域的研究课题提供深入分析和洞察。

研究院将理论创新与实践创新相融合，确保研究成果具有理论深度和实践价值。依托数据挖掘与信息追踪的“双引擎”，研究院将持续追踪特定行业最新动态，包括宏观经济趋势、国家政策法规、行业领先企业和资本市场动态等，以公开出版物、专项课题等形式，为客户提供创新和具有前瞻性的解决方案。

研究院致力于与生态合作伙伴携手共谋成长。通过持续深化与国家、地方和企业研究机构的合作，积极参与创新、专业、高效的研究生态体系的建设，推动自身发展，并为合作伙伴的可持续发展提供全方位支撑。

[kpmg.com/cn/socialmedia](https://kpmg.com/cn/socialmedia)



如需获取毕马威中国各办公室信息，请扫描二维码或登陆我们的网站：  
<https://home.kpmg/cn/zh/home/about/offices.html>

所载资料仅供一般参考用，并非针对任何个人或团体的个别情况而提供。虽然本所已致力提供准确和及时的资料，但本所不能保证这些资料在阁下收取时或日后仍然准确。任何人士不应在没有详细考虑相关的情况及获取适当的专业意见下依据所载资料行事。

© 2024 毕马威华振会计师事务所(特殊普通合伙) — 中国合伙制会计师事务所，毕马威企业咨询 (中国) 有限公司 — 中国有限责任公司，毕马威会计师事务所 — 澳门特别行政区合伙制事务所，及毕马威会计师事务所 — 香港特别行政区合伙制事务所，均是与毕马威国际有限公司(英国私营担保有限公司)相关联的独立成员所全球组织中的成员。版权所有，不得转载。在中国印刷。

毕马威的名称和标识均为毕马威全球组织中的独立成员所经许可后使用的商标。