

# 中国智能制造产业发展报告

## (2022 年度)

### 编写单位：

中国高科技产业化研究会智能制造产业促进中心  
中国高科技产业化研究会信息化工作委员会  
中国高科技产业化研究会品牌战略专家委员会  
中国信息产业商会大数据产业分会  
东南数字经济发展研究院  
北京信息产业协会

2023 年 4 月

# 目录

第一篇 智能制造总述 .....	1
一、 智能制造概念 .....	1
二、 工业互联网的基本概念 .....	2
(一) 工业互联网的定义 .....	2
(二) 工业互联网与工业物联网 .....	3
(三) 工业互联网与工业 4.0/5.0 .....	3
(四) 工业互联网与智能制造 .....	3
(五) 小结 .....	4
三、 5G+工业互联网的关系 .....	4
(一) 工业互联网对网络的需求 .....	5
(二) 5G+智能制造模式升级 .....	6
(三) 5G 网络技术在工业互联网中的应用 .....	7
(四) 5G 网络中工业互联网安全问题分析 .....	8
(五) 提升 5G 网络在工业互联网安全的有效措施 .....	9
第二篇 工业互联网的体系架构 .....	12
一、 工业互联网体系架构 1.0 .....	12
二、 工业互联网体系架构 2.0 .....	13
第三篇 工业互联网的关键技术 .....	15
一、 5G 技术 .....	15
二、 边缘计算技术 .....	16
三、 数字孪生 .....	17
四、 区块链技术 .....	18
第四篇 工业互联网的全球发展形势 .....	19
一、 全球智能制造发展现状 .....	19
(一) 德国 .....	19
(二) 美国 .....	20
(三) 日本 .....	21
(四) 欧盟 .....	22
二、 全球智能制造业格局 .....	22
第五篇 智能制造在中国的概况 .....	24
一、 中国智能制造发展现状和形势 .....	24
(一) 中国智能制造发展取得积极成效 .....	26
(二) 中国智能制造发展面临的机遇和挑战 .....	28
二、 中国智能制造政策措施 .....	30
(一) 加强统筹协调 .....	31
(二) 完善创新体系 .....	31
(三) 强化人才支撑 .....	31
(四) 提升公共服务 .....	32
(五) 深化开放合作 .....	32
(六) 加大财税金融支持 .....	32

(七) 创新金融扶持方式 .....	33
(八) 发挥行业组织作用 .....	33
(九) 深化国际合作交流 .....	33
三、 中国智能制造战略布局 .....	34
(一) 研究制定智能制造发展战略 .....	34
(二) 加快发展智能制造装备和产品 .....	34
(三) 推进制造过程智能化 .....	34
(四) 深化互联网在制造领域的应用 .....	35
(五) 加强互联网基础设施建设。 .....	35
第六篇 智能制造在中国态势分析 .....	36
一、 中国智能制造的优势分析 .....	36
(一) 政策引领：顶层设计彰显制度优势 .....	36
(二) 试点先行：发挥示范项目龙头作用 .....	38
(三) 全面覆盖：推动各类主体跨域协同 .....	38
二、 中国智能制造工程目标 .....	39
(一) 坚持创新驱动，实现科技自立自强 .....	39
(二) 强化数实融合，深化智能技术应用 .....	40
(三) 探索特色路径，促进区域协调发展 .....	41
第七篇 中国智能制造产业分析 .....	43
一、 中国智能制造产业链分析 .....	43
(一) 智能工厂 .....	43
(二) 机器视觉行业 .....	44
(三) 数控机床 .....	45
二、 中国智能制造行业发展特点分析 .....	47
(一) 制造流程智能化 .....	47
(二) 3D 打印和工业软件市场规模增大 .....	48
(三) 中国智能硬件市场规模持续增长 .....	48
(四) 工业机器人应用成全球趋势 .....	49
(五) 智能制造打造智能制造工厂 .....	50
三、 工业互联网应用场景 .....	50
(一) 设备联网监测 .....	50
(二) 5G+AI 智慧工厂 .....	51
第八篇 中国智能制造的发展规划 .....	52
一、 中国智能制造的指导思想和目标 .....	52
二、 中国智能制造的重点任务 .....	53
(一) 任务一：加快系统创新，增强融合发展新动能 .....	53
(二) 任务二：深化推广应用，开拓转型升级新路径 .....	53
(三) 任务三：加强自主供给，壮大产业体系新优势 .....	54
(四) 任务四：夯实基础支撑，构筑智能制造新保障 .....	54
三、 《规划》部署的专项行动 .....	54
四、 《规划》的保障措施 .....	55
第九篇 全国各省市智能制造最新政策一览 .....	56

一、 工信部会同有关部门起草了《“十四五”智能制造发展规划》 .....	56
二、 工业和信息化部印发《新型数据中心发展三年行动计划（2021-2023 年）》 ...	57
三、 工业和信息化部、中央网信办出台《5G 应用“扬帆”行动计划(2021-2023 年)》 .....	58
四、 《北京市关于促进高精尖产业投资推进制造业高端智能绿色发展的若干措施》 的通知 .....	58
五、 广东省发布广东省智能制造生态合作伙伴行动计划（2021 年）的通知 .....	59
六、 上海市人民政府印发《关于本市“十四五”加快推进新城规划建设工作的实施意见》的通知 .....	60
七、 江苏省印发《江苏省“十四五”制造业高质量发展规划》 .....	60
八、 重庆市人民政府印发《重庆市制造业高质量发展“十四五”规划(2021-2025 年)》 .....	61
九、 浙江省人民政府印发《浙江省全球先进制造业基地建设“十四五”规划》 .....	62
十、 福建省做大做强做优数字经济行动计划 (2022-2025 年).....	63
十一、 山东省政府印发《山东省智能制造提质升级行动计划 (2022-2025 年)》 .....	63
十二、 广东省人民政府关于印发广东省制造业数字化转型实施方案及若干政策措施 .....	64
第十篇 中国智能制造优秀案例.....	66
一、 东南工业互联网平台 .....	66
二、 华为云工业互联网平台 FusionPlant .....	67
三、 海尔卡奥斯工业互联网平台 COSMOPlat.....	68
四、 双星胎联网“智慧云”平台.....	69

## 第一篇 智能制造总述

### 一、智能制造概念

智能制造是企业实现生产、管理、服务、产品智能化的全新生产方式。“智能制造”这一概念最早由美国学者 P.K.Wright 和 D.A.Bourne 在其著作

《Manufacturing Intelligence》中出现，他们将智能制造定义为机器人应用制造软件系统技术、集成系统工程以及机器人视觉等技术，实行批量生产的系统性过程。工信部出台的《智能制造发展规划（2016-2020 年）》中，将智能制造定义为基于新一代信息通信技术与先进制造技术深度融合，贯穿于设计、生产、管理、服务等制造活动的各个环节，具有自感知、自学习、自决策、自执行、自适应等功能的新型生产方式。

智能制造是通过新一代信息技术、自动化技术、工业软件及现代管理思想在制造企业全领域、全流程的系统应用而产生的一种全新的生产方式。智能制造的应用能够使制造业企业实现生产智能化、管理智能化、服务智能化与产品智能化。

智能制造是一种可以让企业在研发、生产、管理、服务等方面变得更加“聪明”的生产方法，制造业企业要从自身发展的核心痛点出发，在合理的整体规划和顶层设计基础上，沿着智能制造要素→智能制造能力→智能制造系统的发展方向，分阶段且持续性的获取智能制造要素，建立、完善、扩展企业在研发设计、生产制造、物流仓储、订单获取、产品服务等各个环节的智能制造能力，最终形成完整、高效、科学的智能制造系统。

智能制造是具有自主化决策，灵活生产出多样化产品，并能快速应对更多市场变化能力的生产方式。人工智能和制造系统相互结合，利用机器学习、模式识别、认知分析等模型，提升工厂控制管理系统能力。物联网将控制器、传感器和执行器等所有的机器设备连接在一起，通过算法将传感器上传的数据进行分析整合，提供决策并作出响应。随着工业物联网的应用发展，网络和实体系统将紧密联系在一起，物联网将生产现场的处理器、传感器和显示器连接起

来，使得机器之间可以进行通信，可以互相沟通，而机器和人的工作将不再会严格分工，未来制造系统把人和机器融合在一起。此外，智能制造的整个流程都有一个数字孪生模型，系统里包括了现实世界的任何东西，可以是应用或者操作指南手册等。

如今，智能制造已经不再仅限于生产过程或单体智能，而早已经扩展到了产业价值链的各个环节，包括企业活动的方方面面，也不再单方面强调数字技术本身的应用价值，更加重视数字技术与先进制造等跨领域技术的深度融合和时间创新。

## 二、工业互联网的基本概念

### （一）工业互联网的定义

目前，各国政府、企业、科研机构纷纷提出了各种战略理念和发展目标，并从不同的角度对工业互联网进行了阐述。工业互联网是互联网在全球工业系统中与高级计算、分析、传感等技术深度融合的产物，强调机器与人的连接。清华大学刘云浩教授认为工业互联网是通过互联网与新兴技术在工业中的深度融合与创新应用，强调了网络的重要性。《工业互联网体系架构 1.0》指出工业互联网不仅是深度融合基础下的产业和应用生态，也是工业智能化发展的关键综合信息基础设施，强调网络、数据和安全。在新一轮的产业变革背景下，工业互联网的内涵和范畴在不断演化，本文在前人的研究基础上给出了自己的理解：工业互联网是互联网与 5G、云计算、大数据、物联网（IoT, internet of things）等新一代信息通信技术在工业经济中深度融合的全新工业生态、关键基础设施以及新型应用模式。工业互联网以“人-机-物”全面互联为基础，以数据为核心，以安全为保障来实现工业数字化、智能化发展。

在第四次工业革命蓬勃发展的大趋势下，除了工业互联网，还出现了工业物联网（IIoT, industrial internet of things）、工业 4.0/5.0、智能制造等既紧密联系又有所区别的概念，通过对它们之间关系进行梳理与对比可以帮助我们更透彻地理解工业互联网的概念。

## (二) 工业互联网与工业物联网

工业物联网是指通过将工业资源进行互联互通实现制造流程各阶段的优化，构建服务驱动型的新工业生态体系。工业互联网与工业物联网的联系与区别见表 1。

表 1 工业互联网与工业物联网的联系与区别		
	工业互联网	工业物联网
联系	工业互联网涵盖了 IIoT 两者都强调工业的数字化、智能化发展	
区别	不仅包含工业领域，而且延伸到企业的信息系统、业户流程和人员工业 实现“人-机-物”全面互联，追求数字化	强调 IoT 在工业领域的应用 强调物与物的连接，追求自动化和智能化

## (三) 工业互联网与工业 4.0/5.0

德国政府于 2013 年正式提出工业 4.0：利用网络物理生产系统（CPPS, cyber-physical production system）将制造、物流及销售等信息数字化，并集中使用全球可用的信息网络进行自动化信息交流以实现生产和业务流程的匹配，最终完成高效、个性化的服务。在工业 4.0 概念的基础上，欧盟委员会于 2021 年正式提出了工业 5.0 的概念，除了数字化与智能化，更加关注以人为本的需要。工业 5.0 不仅补充了工业互联网的标志性功能，还强调将工业置于环境或社会等非经济或技术层面。工业互联网与工业 4.0/5.0 的联系与区别见表 2。

表 2 工业互联网与工业 4.0/5.0 的联系与区别		
	工业互联网	工业 4.0/5.0
联系	具有相同的内核：网络物理系统 CPS 两者都将走向智能化	
区别	工业互联网关注的是数字化和 AI 技术驱动 提高生产效率和灵活性 追求生产制造的效率目标	更加突出了研究和创新的重要性 以期工业为人类提供长期服务 注重以人为本、工业生产的可持续和弹性

## (四) 工业互联网与智能制造

智能制造是制造业一次大的变革，作为一种新兴的生产形式，以 IoT、云计算、新型通信、大数据分析等信息技术为一体构建面向智能计算、AI 和数据科学为先导的网络物理系统。工业互联网与智能制造的联系与区别见表 3。



表 3

工业互联网与智能制造的联系与区别

	工业互联网	智能制造
联系	具有相同的内核：网络物理系统 CPS 工业互联网是实现智能制造的关键使能技术	
区别	工业互联网通过工业平台为工业企业提供定制服务 为智能制造的发展模式奠定基础	智能制造是制造企业打造智能 自动化的愿景目标

## (五) 小结

通过以上对工业互联网与 IIoT、工业 4.0/5.0、智能制造联系与区别的总结可以看出它们之间范畴的差异。工业互联网、工业 4.0/5.0 包含了“人-机-物”的全面互联，都以智能制造为主导，但工业互联网更关注产品本身的智能化而工业 4.0/5.0 的核心更注重互联，工业物联网是物与物、机器与机器的连接。工业互联网涵盖了工业物联网，工业互联网是工业 4.0/5.0 的技术支柱之一，是实现智能制造的关键使能技术，而智能制造又是工业互联网与工业 4.0/5.0 的核心动力源，工业互联网、工业物联网、工业 4.0/5.0、智能制造范畴如图 1-1 所示。通过对工业互联网概念的深刻理解，可以看出其对推动工业行业的发展有着举足轻重的作用，在制造业、产业经济发展中蕴藏巨大潜力，将工业互联网融入各行业刻不容缓。然而从理论到应用还需要不断地探索，尤其是构建完善的工业互联网体系架构对工业产业数字化、智能化转型升级有着重要的指导作用。

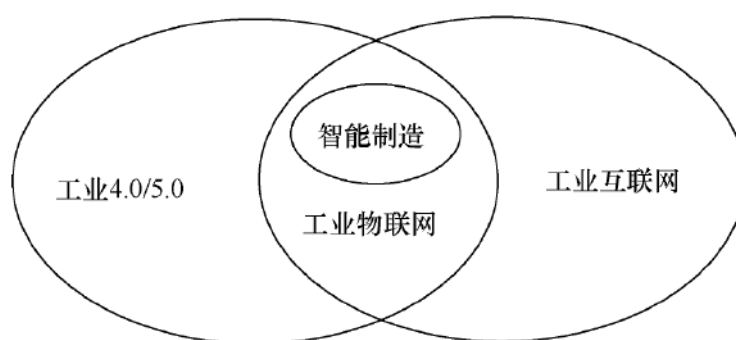


图 1-1 工业互联网、工业物联网、工业 4.0/5.0、智能制造范畴

## 三、5G+工业互联网的关系

5G 和工业互联网作为新型基础设施建设的两个主要领域备受关注。传统



的互联网主要解决系统之间的互联互通，但不能高效完成设备到系统以及设备之间的互联。5G 作为新一代的移动通信技术，不仅可以为用户带来优质的移动互联网体验，还将成为智能制造、智能政务、智能医疗、智慧城市等领域的关键支撑技术；工业互联网则是一种将新一代信息通信技术与工业经济深度融合的新型基础设施、应用模式和工业生态，通过对人、机、物、系统等的全面连接，构建起覆盖全产业链、全价值链的全新制造和服务体系，为工业乃至产业数字化、网络化、智能化发展提供了实现途径。《关于加快推进国有企业数字化转型工作的通知》提出积极打造工业互联网平台，推动知识能力的模块化、软件化和平台化，加快产业链供应链资源共享和业务协同，明确了工业互联网将成为地制造企业转型的主要方向。

通过数据智能驱动，构建“云+网+平台+应用”一体化产品服务体系，打造开放应用生态正逐渐成为企业价值创造的动力源泉，开展 5G+工业互联网平台对助力制造业数字化转型具有重要意义。

## （一）工业互联网对网络的需求

5G 需解决的不仅是人与人的连接，更是人与物、物与物的连接问题。智能制造应用的网络通信以有线和无线的两种传输方式，有线方式是工业 PON、以太网网络通信技术，无线通信方式是 4G、5G、Wifi、NB-IoT、RoLa、Zigbee 等多项网络技术。综合工业互联网未来发展需求，对 5G 系统提出了以下技术需求：

（1）**传输速率需求。**要求提高 10-100 倍，同时用户体验速率、用户峰值速率分别达 0.1-1Gb/s、10Gb/s。

（2）**时延需求。**要求时延降低 5-10 倍，达毫秒量级；可以满足工业实时控制、云化机器人等的应用网络传输能力，保证系统控制指令、数据能及时发送到设备，从而达到可靠的、安全的生产操作过程。随着移动通信技术从 toC 走向 toB，其可靠性需求也发生了很大变化，通过一系列项目的摸索，目前已初步形成了对 5G B2B 可靠性要求的模型，同时 5G 设备也在逐步满足制造中的高可靠要求。

**（3）设备连接密度需求。**要求提高 10-100 倍，达 600 万个/km<sup>2</sup>。可以满足人机物三元协同、AGV 多机协同等应用的网络连接能力,满足设备柔性生产，提升生产效率。

**（4）流量密度需求。**要求提高 100-1000 倍，达 20Tbps/km<sup>2</sup>；满足智能监测、数字双生等结合 AI 和远程通讯技术实现工业协同操作指导、专家系统开发、大数据分析、运算等的目的。

**（5）安全性需求。**面对多种应用场景和业务需求需建立 5G 网络安全架构，满足不同应用的不同安全级别的安全需求。

**（6）便捷性需求。**部署便捷，灵活扩展，维护简便。5G 作为移动通信技术，在网络性能的绝对指标方面难以真正与光纤持平，但是其移动性、灵活性是制造行业选择 5G 作为联接技术的重要考量点。而便捷的规建维优则是制造业对 5G 的增值性诉求。

## （二）5G+智能制造模式升级

5G+智能制造将人工智能、云计算和大数据分析相结合，通过对物理世界的数字化映射，对工业设备状态采集的数据分析，以优化生产流程和进行主动预测性维护，提高单位生产效率，促进整个产业体系转型升级。5G+智能制造主要表现为以下四种新模式转变：

**（1）智能化生产。**利用先进制造工具和 5G 网络信息技术能够对生产流程进行智能化改造，实现数据的跨系统流动、采集、分析、与优化，完成设备性能感知、过程优化、智能排产等智能化生产方式。近年来，我国的许多龙头制造企业以“互联网+”制造为主攻方向，通过建立智能工厂，推动智能化生产，实现了数字化和智能化转型。

**（2）网络化协同。**航空、汽车等行业实施企业内的协同制造已有十几年的历史，但 5G 技术赋予了协同制造新的内涵和应用。企业借助大数据和工业云平台，发展企业间协同研发、众包设计、供应链协同等新模式，能有效降低资源获取成本，加速从单打独斗向产业协同转变。网络化协同包括协同研发、众包设计、供应链协同等模式，为传统企业高效、便捷、低成本的实现创新开

辟新渠道。

**（3） 个性化定制。**5G 所具备的大带宽、低时延、可靠性的特点，提升了产线的柔性程度和灵活性，助力柔性化生产的大规模普及。一方面，5G 网络进入工厂，在减少机器与机器之间线缆成本的同时，利用高可靠性网络的连续覆盖，使机器人在移动过程中活动区域不受限，按需到达各个地点，在各种场景中进行不间断工作以及工作内容的平滑切换。另一方面，5G 可构建连接工厂内外的人和机器为中心的全方位信息生态系统，实现实时信息共享。让客户参与到企业的设计产品及生产过程中，并实时查询产品状态信息。

**（4） 服务化延伸。**制造业正积极探索由传统的产品为中心向以服务为中心的经营方式的转变，通过构建智能化服务平台和智能化服务成为新的业务核心，以摆脱对资源、能源等要素的投入。基于 5G，企业将更好实现产品联网与运行数据采集，并利用大数据分析提供多样化智能服务，延伸价值链条。制造业服务化延伸已成为越来越多制造企业销售收入和利润的主要基础，是制造业竞争优势的核心来源。

### **(三) 5G 网络技术在工业互联网中的应用**

#### **(1) 5G 网络技术的切片操作应用**

随着 5G 网络技术的出现和应用，工业互联网应用要求得到更好的满足。5G 网络技术要求传输数据的过程中必须切片，简单讲就是将互联网数据传输时间精确进行分割，当前我国 5G 网络技术已经能够到达毫秒切片，这就为 5G 网络技术在工业互联网中的应用打下了良好基础。工业行业运营发展过程中需要对网络传输速率进行控制时，使用 5G 网络技术就按照工业运营发展的实际需求去对时延效能进行灵活控制，使其能够同工业行业经营发展流程精确进行匹配。

#### **(2) 5G 网络技术的移动边缘操作应用**

5G 网络技术的移动边缘操作，能够根据工业互联网的具体需求，在网络环境中出现数据传输情况时，移动边缘操作在网络中可以更加及时展开数据运算处理，不需要将网络中相关数据再传输到网络计算终端模块中。这项操作可

有效满足了工业互联网庞大数据需要及时计算的相关要求。5G 网络技术的移动边缘操作应用到工业互联网中，能够充分体现出 5G 网络技术高速便捷的突出优势，能够有效提高工业数据的处理效率，保证工业行业经验发展过程中各项指令能够迅速执行，无需等待。5G 网络技术的移动边缘操作还能有效节省工业数据对网络环境资源的占用率，随时产生的数据能够随时得到处理，工业行业互联网的运营能力得到极大提高。

#### **(四) 5G 网络中工业互联网安全问题分析**

在监测 5G 网络技术使用环境的过程中，发现工业互联网中存在很多安全问题。5G 网络技术支持下，工业行业的生产和管理过程中，因为工业互联网敞开性原因，极易发生被黑客攻击、侵入网络病毒、恶意代码、非法的网络访问等问题，从而破坏相关数据文件。

##### **(1) 数据分析**

工业互联网应用 5G 网络技术，因为数据文件传授效率的提高，在同一个时间段中相关数据的处理数量得到明显增加。数据和数据之间通过 5G 网络技术可以快速进行双向传输、交叉传输和多维传输等，这就增加了数据安全保护工作的难度。庞大繁杂的工业数据，因为类型等存在较大差异性，普通的网络保护措施已经很难有针对性对某些数据进行保护。特别是延时情况下的边缘计算操作，工业数据无法到达数据处理中心，只是跟随数据传输完成了表面的处理，这个过程中，工业互联网为执行边缘计算命令，数据系统的安全保护程序作用就会弱化，而且这种操作部署必然会导致工业互联网受到安全攻击。

##### **(2) 控制安全分析**

工业生产过程中生产体系的控制要求极为严格，针对工业生产的对应流程中，为了能够将工业互联网的对应资源集中使用于生产工作的各个流程中，就需要削弱对应的网络控制性能，比如在一些特定信息的传输过程中需要降低网络安全协议的网络传输带宽数据，减缩网络数据加密程序的宽带使用占比等等，当然这些数据被缩减后也将对工业互联网的安全使用情况造成直接影响。工业企业的生产环节中对于控制操作的工作极为多见，那么借助 5G 网络的切片技

术对生产环节中各个数据进行深度分析，并进行精确的划分，这样的情况下能够在不同的工业互联网切片中自动构成一种相互隔离的地带，这样的设定在某种意义上而言的确可以减少风险因素的危害或者影响力度，比如一旦遇到某恶意程度针对工业互联网环境进行无端破坏或者恶意入侵时，只能够对其中的一个网络切片产生危害或者对应的影响，而不会危害其他切片。但是在实际的工业互联网检测管理工作中发现某些恶意攻击程序针对某个网络切片的攻击过程中会将这个切片作为入侵中心并且会对其他的切片发起再次的入侵指令，造成工业互联网环境被大面积损坏，造成整个工业互联网控制体系不能顺利运行。

### (3) 应用安全分析

5G 网络技术具有强度的数据服务功能，能够较好兼容工业互联网所使用的相关软件系统。这就要求 5G 网络技术具备较好的开放性，但是这就给工业互联网安全埋下了隐患。5G 网络技术的网络敞口中，在为工业数据提供较为快速便捷的传输通道的同时端口开放过程中也会遭受到外部网络带来的干扰。5G 网络技术把访问权利放给工业行业相关部门后，在外界网络同工业互联网的连接过程当中，无法避免的会接触的网络风险因素，如非法程序等。5G 网络技术的端口传输协议如果不够严谨，某些非法程序就会侵入工业互联网中。这种 5G 网络技术的安全漏洞问题，会导致工业互联网遭受入侵，篡改工业经验管理成效，同时还会泄漏工业行业的相关敏感信息，致使其无法正常工业作业，工业行业就会遭受巨大损失。

## (五) 提升 5G 网络在工业互联网安全的有效措施

### (1) 完善现有工业用户的安全使用机制

工业互联网的实际安全管理工作完善期间，必须综合考虑工业用户的核心地位，完善 5G 网络的安全管理机制，并且建立对应的安全管理体系。在 5G 网络环境的大背景下，受数据传输等环节的实际要求，网络环境处于开放状态是不可避免的。工业互联网的安全管理机制的实际操作中能够借助用户的身份认证途径在 5G 网络环境中设定对应的验证程度。5G 网络技术在整个工业生产以及对应的管理工作中能够将身份验证管理程度以及网络系统的管理程序进行



有机结合和有效的兼容，不论是什么数据进行传输或者使用者进行访问时，系统针对数据进行对应处理的前提是对用户身份进行对应的分析和验证，如果验证结束后发现该用户访问或者查询的数据并无对应的访问权限，也就是说该用户的身份验证参数无法与对应的数据相匹配时，工业互联网体系将会拒绝该用户的相关指令，自动拒绝该访问信息，并将这个无法认证用户身份信息的数据进行有效的阻隔。设定的安全管理系统明确规定只有工业企业对应授权的互联网管理人员具备相应的权限，依照实际的要求对阻隔的数据信息进行对应审核。如果是无意中操作的一些无伤害性指令划归至常规数据中，而对于一些具备权限访问条件但是并未获得对应权限的人员可进行对应流程进行人工授权，以此获取对应的权限，而对于一些未经过工业互联网管理人员同意私自或者有意识的入侵系统数据的指令将被划归至风险档案中对其进行对应的安全处理。

## **(2) 完善现有 5G 网络部署的安全机制建设**

工业互联网作为一个具备综合特性的大的网络环境背景，针对不同的职能和不同的工作性质需给予对应的授权管理工作，针对网络衔接过程中需要综合分析工业互联网的容量以及兼容等性能特点。工业互联网在实际运行中为了确保各环节的正常运行，需扩充对应的网络站点以满足发展需求，在网络站点的具体部署工作中需要面对各个网络系统的工作现状需求，做好互相兼容并能及时进行沟通。5G 网络的技术性能非常强大，不仅仅具备 4G 网络所有的优点，满足不同的应用需求，还能够在安全机制建立期间发挥 5G 网络的也有的优势。不同网络系统兼容产生的端口上能够以加密技术提升网络安全管理效果，数据传输时必须经过网络敞口，规避和预防网络使用时借助漏洞窃取或者篡改数据的危险事件。

## **(3) 强化网络安全协议认证监管工作**

5G 网络技术在工业互联网中的应用过程，必须提升对于网络安全协议的认知监管力度，这样可提升工业网络环境的规范化管理效果。针对特殊需求的工业个体，网络运营商有协助义务为其提供所需的安全协议内容，帮助工业个体能够更加完善和全面的监管和管控自身的网络体系。当然，国家在发展的过程中也必须重视 5G 网络完全监管服务，依针对整个互联网环境进行有效的控

制和净化，并且以高科技技术手段作为依托提升网络信息的辨识度，在网络安全协议认证体系的监管下提升工业互联网安全有序开展。

综上所述，5G 网络凭借自身高传输性能这一特殊优势为工业领域的发展注入新鲜血液，带来新的发展契机。工业互联网在使用 5G 网络技术的过程中必须考虑和重视其中可能出现的安全问题，提升对于 5G 网络的安全管理工作并借鉴近年来出现的 5G 网络危险事件的处理经验，积极有效开展并且构建全面化、可靠性的 5G 安全管理体系，维护工业互联网安全运行模式成为 5G 网络技术提出的必然要求。



## 第二篇 工业互联网的体系架构

工业互联网是工业制造与 IT 融合形成的新型应用架构，其意义在于发展相关支撑技术以促进工业生产生态的重构。为了快速、广泛的部署并推广应用，我国相继发布了《工业互联网体系架构 1.0》和《工业互联网体系架构 2.0》。

### 一、工业互联网体系架构 1.0

我国工业互联网产业联盟（AII, Alliance of Industrial Internet）于 2016 年发布《工业互联网体系架构 1.0》，如图 2-1 所示。工业互联网体系架构 1.0 从工业智能化发展角度出发，以基于全面互联而形成数据驱动的智能为核心，网络、数据、安全为工业和互联网的共性基础和支撑（其中，“网络”支撑数据传输交换，“数据”驱动智能化生产，“安全”保障工业生产中数据与网络交互）。

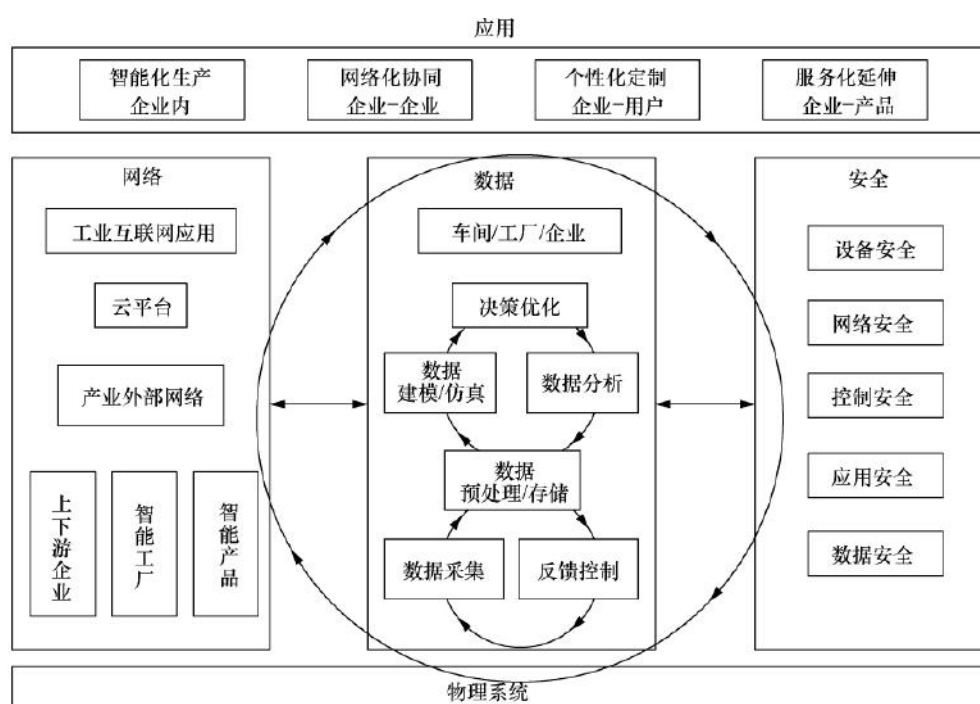


图 2-1 工业互联网体系架构 1.0

工业互联网体系架构 1.0 涵盖了数据层面、网络层面和安全层面。数据层面主要用于生产数据的感知和产品反馈优化，通过 IoT 技术将生产数据进行采集，通过数据建模与仿真，将数据进行分析得到优化决策，从而反馈到生产层

面实现产品生产的优化；网络层面为适应智能制造发展，促使工厂内部网络呈现扁平化、IP 化、无线化及灵活组网的特点；安全层面构建工业互联网安全保障体系，满足体系架构下的网络安全应用，实现智能化生产环境下的设备安全、网络安全、控制安全、应用安全和数据安全。为了实现工业全流程智能化的目标，工业互联网体系架构 1.0 构建了三大优化闭环。

- 面向机器设备运行优化的闭环：实现生产设备的动态调整优化，构建智能生产线。
- 面向生产运营优化的闭环：动态调整生产运营管理，构建智能生产模式，实现复杂环境下的优化管理。
- 面向企业协同、用户交互与产品服务优化的闭环：满足资源和商业活动的创新优化，构建网络化协同、产品个性化定制及服务化升级的新模式。

工业互联网体系架构 1.0 从宏观主体层次的角度定义了工业互联网的整体体系，这种架构无法构建一个通用、完善的工业互联网体系架构。为了更好地适用于各个领域实际应用场景，特别是强化信息技术在解决方案与行业应用推广的实操指导性，以便更好地支撑我国工业互联网未来十年的发展。AII 考虑到架构 1.0 的不足，并在此基础上于 2020 年正式提出了工业互联网体系架构 2.0。

## 二、工业互联网体系架构 2.0

工业互联网体系架构 2.0 是为了支撑工业企业获得更全面、更系统、更具体的指导性框架，进而实现规模化的推广应用而设计的。架构 2.0 继承了架构 1.0 的网络、数据、安全三大功能体系，并利用工业互联网平台代替了数据功能降低架构 1.0 的冗余，通过弱化数据传输以及数据安全等功能加强数据的集成、分析、优化功能。此外，架构 2.0 还定义了业务视图、实施框架以及技术体系，如图 2-2 所示。

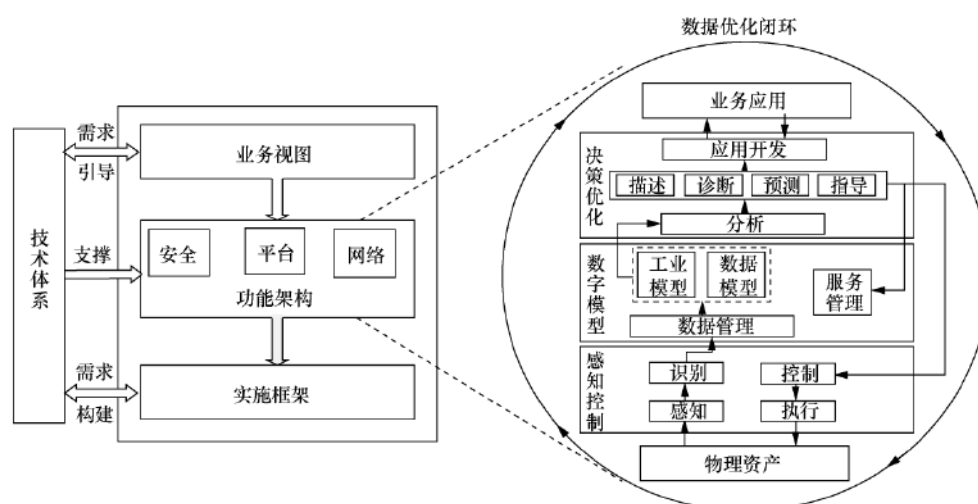


图 2-2 工业互联网体系架构 2.0

工业互联网体系架构 2.0 通过自上而下的方式对业务视图、功能架构、实施框架和技术体系进行融合贯通，明确了功能架构设计以及实施部署方式。

- 业务视图分别从宏观和微观视角对企业数字化转型进行了把握，指导企业正确理解工业互联网的定位、价值，明确其在转型过程中的业务需求、以及如何转型的技术支撑，从而指导后续功能架构的设计。
- 功能架构在业务视图的指引下，建立了以平台为核心、以网络为基础、以安全为保障的三大体系，并对这三大体系的运作进行抽象，形成工业数字化应用的优化闭环。
- 实施框架是对功能架构在企业中如何部署做出的规划，即“在哪做”“做什么”“怎么做”的问题。实施框架划分出了设备层、边缘层、企业层、产业层等实施层级，并明确以上层级中网络、标识、平台、安全 4 个实施系统的部署，能够更好地与现有的制造体系相结合。
- 技术体系是保证整个工业互联网赋能工业转型升级的基础，是用于支撑功能架构实现，构建实施框架的整体技术体系。

## 第三篇 工业互联网的关键技术

由工业互联网技术体系可知，以 5G、EC、工业智能、区块链、DT 技术为代表的对支撑工业互联网体系架构中功能架构的网络、平台和安全建设以及实现数据优化闭环有着极其重要的作用，而功能架构又是赋予企业智能化落地实施的能力架构，因此，必须深度集成和融合这五大关键技术。本节重点介绍了关键技术如何解决企业在升级改造中面临的问题，总结了当前的典型应用场景以及应用挑战。

### 一、5G 技术

工业领域中业务场景复杂多样，需要具有海量连接、低时延的网络连接技术来实现人机物之间的互联互通。5G 作为最新一代蜂窝移动技术，具有海量连接、高可靠、低时延等特点，是工业互联网实现全面连接的基础，能够应用于增强型移动宽带（eMBB, enhanced mobile broadband）、大连接物联网（m MTC, massive machine type communication）、超可靠低时延通信（URLLC, ultra reliable low latency communication）三大场景。利用 5G 无线技术、网络切片技术，以及其他与网络技术融合的 5G+时间敏感网络（TSN, time sensitive network）、5G+云等技术，可有效解决不同工业场景的多样性需求。

当前，5G 赋能工业互联网已经得到了一定的研究和应用。在生产制造场景下，5G 能够支持自动导引运输车（AGV, automated guided vehicle）的部署。Siriwardhanad 等将当地 5G 运营商与移动网络运营商（MNO, mobile network operator）架构相结合，将 AGV 与制导控制器进行连接，实现低时延并且能够确保数据的安全性。由此可见，5G 技术能够解决工业企业在生产制造以及业务方面遇到的困难。

尽管 5G 技术能够满足部分场景的需求，但主要集中在大型的企业中，对大多数的中小制造企业来说，它们的基础设施并不具备智能化、数字化的能力，面临着部署成本高，无法实现大规模部署的问题。当前，5G 与工业互联网的融合还处于探索阶段，对于工业中硬实时控制的需求还有所欠缺，缺乏针对工

业领域的解决方案。相信随着《工业互联网创新发展行动计划（2021—2023）》的实施以及工业互联网 2.0 体系的推广，将加速推动 5G+工业互联网创新模式的发展，并最终为工业数字化转型提供技术支撑和智力保障。

## 二、边缘计算技术

工业领域的部分控制场景对计算能力的高效性有严格要求，将数据传输到云端进行计算可能会造成巨大的损失，并且，在工业现场中存在大量异构的总线连接，设备之间的通信标准不统一，因此需要将计算资源部署在工业现场附近以满足业务高效实时的需求。边缘计算作为靠近数据源头或者物的网络边缘侧，融合网络、应用核心能力、计算存储的开放平台，有低时延、高效、近端服务、低负载等优点，能够就近提供边缘智能服务，是工业互联网不可或缺的关键性环节。

当前，边缘计算赋能工业互联网已经得到了一定的研究和应用。通过利用边缘计算技术将工业场景中的计算以及存储分散到工业互联网边缘来降低云端计算和存储的压力，解决云计算模式存在的实时性差、运维成本高、数据安全存在风险等问题。GSMA 联合全球运营商合作构建了电信边缘云平台。中国联通推出了 CUC-MEC 平台，并设计了 EdgePOD 一体化边缘解决方案。中国电信也开展了 5G+MEC 的应用合作创新。由此可见，边缘计算技术能够满足工业领域中信息化与工业化深度融合的产能升级和高性能网络化的需求。

综上，EC 技术已经广泛应用于工业互联网中，但其仍面临设备接口标准不统一、测试标准不统一的问题，并且在应用过程中还存在许多安全问题。在边缘计算的架构中位于不同层次的边缘服务器拥有不同的计算能力，所以未来需要继续提升 EC 的性能以在运行的过程中完成成本分析以及负载的分发。此外，在行业应用中对于网络传输、可靠性要求普遍较高，因此 EC 需要与行业应用、运营商网络进行高效协同，其系统隔离、数据安全能力仍有待进一步提高。未来，边缘计算的发展将为工业、制造业以及其他新兴产业提供更加强大的驱动力。



### 三、数字孪生

数字孪生技术的发展源于新一代信息技术与不同领域技术的融合，是在CPS、建模仿真、大数据与人工智能技术的基础上发展起来的一门新兴技术。

**（1） 物联网技术。**数字孪生是物理世界在数字世界的孪生，如何实现数字孪生与物理世界的虚实映射是数字孪生实施的基础。物联网是以感知技术和网络通信技术为主要手段，实现人、机、物的泛在连接，提供信息感知、信息传输、信息处理等服务的基础设施。随着物联网的不断健全和完善，数字孪生所需的各种数据的实时采集、处理得以保障。在空间尺度上，由于物联网万物互联的属性，面向的对象由整个产业垂直细分至较小粒度的物理实体。同时，在时间尺度上，由于物联网实时性的提升，使得不同时间粒度的数据交互成为可能。以上使得数字孪生正在变得更加多样化和复杂化，使得数字世界和物理世界能够在物联网的支持下进行时间和空间上细粒度的虚实交互，以支撑不同尺度的应用。

**（2） 大数据技术。**数据是数字孪生系统动态运行的最重要的驱动力量。随着数据时代的到来，大数据分析应运而生。通过体现大数据海量、异构、高速、可变性、真实性、复杂性和价值性等特征，大数据分析面向解决具体问题提出相应的算法和框架模型。对数字孪生系统而言，大数据分析为深度探索物理空间事物提供可能，而通过数据可视化，为数字孪生系统揭示物理实体的隐性信息提供了有效工具。

**（3） 多领域、多层次参数化机理模型建模技术。**物理实体的机理模型是数字孪生系统的骨架。近年来，不同领域混合的多层次精准建模方法为数字孪生技术对物理世界真实描述提供了使能技术。首先，其综合复杂物理实体涉及的针对诸如机械、电气、液压、控制及具体行业特征进行综合建模的能力，为数字孪生系统对物理实体的有机综合分析提供了高可用技术；其次，物理实体机理模型的多层次表述能力，可使得模型在不同空间粒度上对实体进行客观真实表述；再次，参数化建模方法为数字孪生实体机理模型对物理实体在时间维度上变化的映射，即模型的动态更新能力，提供了有效手段。

**（4） 人工智能技术。**数字孪生系统对工程应用的重要意义在于其智能分

析和自主决策能力。人工智能技术的发展，可通过和传统的建模仿真分析技术结合，有效赋能数字孪生系统，使得数字孪生系统可针对过去、现在的状况进行综合智能分析，并进行自主决策，对物理世界的变化进行准确判断和决策，对物理世界的活动进行智能化支撑。

**（5）云 / 边缘协同计算技术。**数字孪生系统是庞大复杂的系统，然而其对物理世界的感知和决策支持往往具有时效性和个性化的特点。云 / 边缘协同计算技术，可有效地发挥云端强大的存储 / 计算能力和边缘端个性化实时感知和控制能力，为数字孪生系统的高效运行提供支撑。

综上，物联网、大数据、多领域 / 多层次 / 参数化实体建模技术、人工智能技术、云 / 边缘协同计算技术相互交互，相互融合，加速推动着数字孪生的落地应用。

## 四、区块链技术

工业互联网平台在部署过程中工业数据需要上云，企业对自身隐私数据泄露存在担忧而不愿参与其中，阻碍了工业互联网平台的推广。因此需要一项技术解决工业互联网中博弈多放的互信协作问题，以及各企业对自身数据的控制权问题。区块链是由多种技术集成创新形成的分布式网络数据管理技术[39]，通过区块链的加密算法、访问控制、隐私保护、入侵检测等技术，可以实现工业企业内部各个环节的数据共享、网络加密及访问权限控制等功能，并且可以利用区块链分布式的特点促进产业链的协同和产融协同。

工业互联网平台下两种技术在兼容与调和过程中并不是简单的技术嵌入，而是需要在更多模式上进行升级。对于区块链如何同工业互联网平台进行业务上的集成与融合、各项标准制定也是未来需要研究的重点。随着“区块链+工业互联网”融合研究以及各项标准制度的发展与完善，再加上对区块链核心技术的不断研究和更多模式上的升级和探索，区块链技术将在工业互联网中网络安全保障、资源高效分配、制造数据追溯、智能协同制造等方面发挥更大的推动作用。



## 第四篇 工业互联网的全球发展形势

### 一、全球智能制造发展现状

智能制造作为先进制造技术与信息技术深度融合的成果，已经成为制造业的发展趋势，《中国制造 2025》的颁布标志着智能制造成为我国制造业转型升级的主攻方向。大力发展智能制造不仅符合我国制造业转型升级的要求，而且是推动供给侧结构性改革、适应并引领“新常态”的重要抓手。20 世纪 80 年代末，Wright 和 Bourne 合著的《智能制造》一书的出版标志着智能制造概念的提出。经过了数十年的发展，智能制造的内涵逐渐丰富化，目前一般认为智能制造的含义是，在新一代信息技术的基础上，将产品制造流程和生命周期作为对象，实现系统层级上的实时优化管理，是成熟阶段的制造业智能化。相比于数字化和网络化阶段，智能制造全面使用计算机自动控制，并实现工业互联网、工业机器人、大数据的全面综合应用。智能制造可以大大缩短产品研发时间、提质增效、降低成本，体现了实体物理与虚拟网络的深度融合特征。

#### （一）德国

德国作为全球制造业中最具竞争力的国家之一，德国的西门子、奔驰、博世、宝马等品牌以其高品质享誉世界。为了保持德国制造在世界的影响力，推动德国制造业的智能化改造，在德国工程院及产业界共同推动下，德国在 2013 年正式推出了德国工业 4.0 战略。工业 4.0 的内涵是凭借智能技术，融合虚拟网络与实体的信息物理系统，降低综合制造成本，联系资源、人员和信息，提供一种由制造端到用户端的生产组织模式，从而推动制造业智能化的进程。德国智能制造以信息物理系统为中心，促进高端制造等战略性新兴产业的发展，大幅减少产品生产成本，构建德国特色的智能制造网络体系。德国工业 4.0 战略的智能化战略主要包括智能工厂、智能物流和智能生产三种类别。总而言之，德国制造业的智能化过程以工业 4.0 战略为依托，顺应第四次工业革命的历史机遇，通过标准化规范战略部署，重视创新驱动，实现制造业智能化转型升级的战略目标，使德国在全球化生产中保持科研先发优势。

工业 4.0 发布后，德国各大企业积极响应，产业链不断完善，已经形成工业 4.0 生态系统。德国的工业 4.0 平台还发布了工业 4.0 参考架构。

2014 年 8 月，出台《数字议程(2014-2017)》，这是德国《高技术战略 2020》的十大项目之一，旨在将德国打造成数字强国。议程包括网络普及、网络安全及“数字经济发展”等方面内容。

2016 年，发布《数字化战略 2025》，目的是将德国建成最现代化的工业化国家。该战略指出，德国数字未来计划由 12 项内容构成：工业 4.0 平台、未来产业联盟、数字化议程、重新利用网络、数字化技术、可信赖的云、德国数据服务平台、中小企业数字化、进入数字化等。

2019 年 11 月，发布《德国工业战略 2030》，主要内容包括改善工业基地的框架条件、加强新技术研发和调动私人资本、在全球范围内维护德国工业的技术主权。德国认为当前最重要的突破性创新是数字化，尤其是人工智能的应用。要强化对中小企业的支持，尤其是数字化进程。

## (二) 美国

美国是智能制造的重要发源地之一。早在 2005 年，美国国家标准与技术研究所提出“聪明加工系统研究计划”，这一系统实质就是智能化，研究的内容包括系统动态优化、设备特征化、下一代数控系统、状态监控和可靠性、在加工过程中直接测量刀具磨损和工件精度的方法。2006 年，美国国家科学基金委员会提出了智能制造概念，核心技术是计算、通信、控制。成立智能制造领导联盟 SMLC，打造智能制造共享平台，推动美国先进制造业的发展。

2017 年，美国清洁能源智能制造创新研究院（CESMII）发布的《智能制造 2017—2018 路线图》指出，智能制造是一种制造方式，在 2030 年前后就可以实现，是一系列涉及业务、技术、基础设施及劳动力的实践活动，通过整合运营技术和信息技术的工程系统，实现制造的持续优化。该定义认为智能制造有四个维度，“业务”位于第一位，智能制造最终目标是持续优化。该路线图的目标之一就是工业中推动智能制造技术的应用。

2018 年，发布《先进制造业美国领导力战略》，提出三大目标，开发和转

化新的制造技术、培育制造业劳动力、提升制造业供应链水平。具体的目标之一就是大力发展未来智能制造系统，如智能与数字制造、先进工业机器人、人工智能基础设施、制造业的网络安全。

2019 年，发布《人工智能战略：2019 年更新版》，为人工智能的发展制定了一系列的目标，确定了八大战略重点。

### (三) 日本

日本在智能制造领域积极部署。积极构建智能制造的顶层设计体系，实施机器人新战略、互联工业战略等措施，巩固日本智能制造在国际上的领先地位。

日本提出以工业互联网和物联网为核心的协同制造发展策略。事实上，日本智能生产起步很早，在上世纪 70、80 年代，日本就提出柔性制造 FMS()。1989 年，日本率先提出了智能制造系统 IMS()的概念，主要关注工厂内部系统智能化，并没有加入互联网因素。2015 年起，日本开始发力智能制造。2015 年 1 月发布“新机器人战略”，其三大核心目标分别是世界机器人创新基地、世界第一的机器人应用国家及迈向世界领先的机器人新时代。2015 年 10 月，日本设立 IoT 推进组织，推动全国的物联网、大数据、人工智能等技术开发和商业创新。之后，由 METI（日本经济贸易产业省）和 JSME-MSD（日本机械工程师协会）发起产业价值链计划，基于宽松的标准，支持不同企业间制造协作。2016 年，日本提出 IVR，开始推动信息技术在工业领域的应用，并发布相应的体系架构。2017 年 3 月，日本明确提出“互联工业”的概念，安倍发表《互联工业：日本产业新未来的愿景》的演讲，其中三个主要核心是：人与设备和系统的相互交互的新型数字社会，通过合作与协调解决工业新挑战，积极推动培养适应数字技术的高级人才。互联工业已经成为日本国家层面的愿景。在《制造业白皮书(2018)》中，日本经产省调整了工业价值链计划是日本战略的提法，明确了“互联工业”是日本制造的未来。为推动“互联工业”，日本提出支持实时数据的共享与使用政策；加强基础设施建设，提高数据有效利用率，如培养人才、网络安全等；加强国际、国内的各种协作。2019 年，日本决定开放限定

地域内的无线通信服务，通过推进地域版 5G，鼓励智能工厂的建设。

## （四）欧盟

欧盟委员会于 2020 年 3 月发布了面向 2030 年的《欧盟新工业战略》，与《欧盟数据战略》《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。《欧盟新工业战略》旨在推动欧盟工业在气候中立和数字化的双重转型中保持领先，意图抢占数字化工业主导地位、提升全球数字竞争力、释放数字经济潜力，以应对全球经济前景的不确定性。战略提出，绿色、循环、数字化是工业转型的关键驱动因素，并提出了一系列具体行动计划，特别是在新冠肺炎疫情爆发的背景下，强调借助数字基础设施、数字技术等手段提高欧盟工业竞争力和战略自主性至关重要，值得深入思考。

通过观察，各国在推动本国制定的战略的同时，也在积极开展合作。比如美国和德国在积极对接后，提出工业 4.0 平台和 IVC 进行合作，因为他们认为彼此的架构是相互呼应的，可以融合发展，在一系列产品解决方案、参考架构对接和标准化工作方面进行全方位的合作。此外，德国在对各国智能制造战略进行系统性研究后，明确了自己的国际化战略。即不管是对美国还是对中国，一方面强调通过贸易和设备供应的方式，与不同国家进行合作；另一方面又非常强调在技术和标准上以“我”为主，强化合作。

## 二、全球智能制造业格局

当今世界的很多工业强国都在将人工智能看成是下一个发展风口。日本、德国、美国自不必说，巴西、印度等新兴经济体同样把人工智能看做是一个新兴领域不断加持。它作为全球下一轮科技革命与产业革命的关键领域，对整个世界的发展具有重大意义。

根据《全球智能制造发展指数报告》评价结果显示，美国、日本和德国名列第一梯队，是智能制造发展的“引领型”国家；英国、韩国、中国、瑞士、瑞典、法国、芬兰、加拿大和以色列名列第二梯队，是智能制造发展的“先进型”国家。目前全球智能制造发展梯队相对固定，形成了智能制造“引领型”与“先

进型”国家稳定发展，“潜力型”与“基础型”国家努力追赶的局面。

新一代信息技术与制造业深度融合，正在引发影响深远的产业变革，形成新的生产方式、产业形态、商业模式和经济增长点。各国都在加大科技创新力度，推动三维（3D）打印、移动互联网、云计算、大数据、生物工程、新能源、新材料等领域取得新突破。基于信息物理系统的智能装备、智能工厂等智能制造正在引领制造方式变革；网络众包、协同设计、大规模个性化定制、精准供应链管理、全生命周期管理、电子商务等正在重塑产业价值链体系；可穿戴智能产品、智能家电、智能汽车等智能终端产品不断拓展制造业新领域。我国制造业转型升级、创新发展迎来重大机遇。

当前，智能制造已经成为全球价值链重构和国际分工格局调整背景下各国的重要选择。各发达国家纷纷加大制造业回流力度，提升制造业在国民经济中的战略地位。德国的“工业 4.0”，美国“工业互联网”战略、日本《机器人新战略》、法国“新工业法国”方案，均在积极部署自动化、智能化。

除了国家以外，企业也在进行积极的探索。例如相当一部分的传统制造业基于传统制造能力的优势，着重提升数字化的能力，推动智能制造。西门子着手智能制造的推进，依托自己在装备和自动化技术上的优势，通过合作、并购不断补齐数据、软件等信息技术的短板，打造了一个全面化智能制造解决方案体系。这是非常传统经典的提升路径。还有一些老牌装备企业，利用互联网技术重构生产体系，推动智能制造。以 GE 为例，通过构建工业互联网平台 Predix，将传统层级制造体系转化为以平台为核心的网络制造体系，通过开放平台，引入产业合作力量，塑造产业竞争新优势。这是非典型的工业企业的转型发展路径。还有一些互联网企业通过引发产品变革乃至颠覆原有产业形态，来推动智能制造。以谷歌为例，其不断将其互联网技术和思维传递至工业领域，促进工业企业推出智能化产品，并使得原来以产品销售为核心的产业形态转化为以智能服务为核心的新形态。



## 第五篇 智能制造在中国的概况

### 一、中国智能制造发展现状和形势

智能制造装备产业在我国的发展历史较短，随着上世纪 80 年代中期，发达国家开始大量生产自动化生产设备，我国也开始逐步加大对工业机器人的研究支持。1985 年，我国将工业机器人列入科技攻关发展计划，成为智能制造装备产业在我国发展的重要里程碑。经过 30 多年的发展，我国智能制造装备行业已初步形成了以新型传感器、智能控制系统、工业机器人、自动化成套生产线为代表的产业体系。近年来，中国的经济发展已由高速增长阶段逐步转入高质量发展阶段，政府更加关注于优化经济结构、转换增长动力。在新型工业化加速发展的大背景下，我国高度重视智能制造装备产业的发展。对制造业企业而言，构建智能制造系统的核心价值主要体现在降低生产成本、提升生产效率和重塑管理方式。在此背景与国家政策的双双驱动下，我国智能制造行业规模快速增长。

随着我国经济发展进入新常态，经济增速换挡、结构调整阵痛、增长动能转换等相互交织，长期以来主要依靠资源要素投入、规模扩张的粗放型发展模式难以为继。加快发展智能制造，对于推进我国制造业供给侧结构性改革，培育经济增长新动能，构建新型制造体系，促进制造业向中高端迈进、实现制造强国具有重要意义。

随着新一代信息技术和制造业的深度融合，我国智能制造发展取得明显成效，以高档数控机床、工业机器人、智能仪器仪表为代表的关键技术装备取得积极进展；智能制造装备和先进工艺在重点行业不断普及，离散型行业制造装备的数字化、网络化、智能化步伐加快，流程型行业过程控制和制造执行系统全面普及，关键工艺流程数控化率大大提高；在典型行业不断探索、逐步形成了一些可复制推广的智能制造新模式，为深入推进智能制造初步奠定了一定的基础。经过几十年的快速发展，我国制造业规模跃居世界第一位，建立起门类齐全、独立完整的制造体系，但与先进国家相比，大而不强的问题突出。

目前我国制造业尚处于机械化、电气化、自动化、数字化并存，不同地区、

不同行业、不同企业发展不平衡的阶段。发展智能制造面临关键共性技术和核心装备受制于人，智能制造标准/软件/网络/信息安全基础薄弱，智能制造新模式成熟度不高，系统整体解决方案供给能力不足，缺乏国际性的行业巨头企业和跨界融合的智能制造人才等突出问题。

从我国制造业发展整体水平来看，地区间、行业间以及企业之间智能制造发展不平衡，一些企业已开始智能化探索，但更多企业尚处于电气化、自动化甚至机械化阶段，半机械化和手工生产在一些欠发达地区仍然存在。

根据两化融合服务联盟、国家工业信息安全发展研究中心发布的《中国两化融合发展数据地图（2018）》的数据显示，截至 2018 年，我国两化融合水平达到 53.0，智能制造就绪率为 7%，制造业全面实现数字化、网络化、智能化还有很长的路要走。我国欠发达地区智能制造水平在国内相比也往往较低。

相对工业发达国家，推动我国制造业智能转型，环境更为复杂，形势更为严峻，任务更加艰巨。我们必须遵循客观规律，立足国情、着眼长远，加强统筹谋划，积极应对挑战，抓住全球制造业分工调整和我国智能制造快速发展的战略机遇期，引导企业在智能制造方面走出一条具有中国特色的发展道路。我国经济正处在转变发展方式、优化经济结构、转换增长动力的攻关期，制造业是实体经济的主体，是关系到我国经济高质量发展的重要战略领域。党和国家领导人对工业智能制造高度重视，并对制造业与互联网等新型产业的融合做出多次指示。2018 年 4 月 20 日，习近平总书记在全国网络安全和信息化工作会议上强调，“信息化为中华民族带来了千载难逢的机遇。”在十九大报告中，习总书记也强调了“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”的重要意义。

网络强国是技术强、基础强、内容强、人才强、话语强为核心的国家信息化发展战略。党的十八届五中全会通过的“十三五”规划《建议》，明确提出实施网络强国战略以及与之密切相关的“互联网+”行动计划。国务院在 2016 年 12 月 19 日印发《“十三五”国家战略性新兴产业发展规划》中，发展新一代信息产业成为五大领域之首，其中大力推进第五代移动通信（5G）联合研发、试验和预商用试点成为构建网络强国的重要基础。2018 年 4 月，在全国网络



安全和信息化工作会议上，习总书记深入阐述了网络强国战略思想，系统明确了一系列方向性、全局性、根本性、战略性问题，对当前和今后一个时期网信工作做出重要战略部署。

制造强国战略是中国立足新工业革命趋势下，深化工业化进程、实现工业化梦想的必然要求。2015 年 5 月 19 日，国务院正式发布《中国制造 2025》，意味着我国全面部署实施制造强国战略。2017 年 10 月，《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》发布，指出要形成实体经济与网络相互促进、同步提升的良好格局，推动实体经济转型升级，打造制造强国、网络强国。系列文件的出台为我国工业智能制造提出了要求和方向，未来产业链在互联网化过程中有效把控和使用数字化资源的能力，关系到一国核心竞争力，同时也是我国经济转型升级的助推器。

## （一）中国智能制造发展取得积极成效

我国于 2015 年出台《中国制造 2025》十年战略规划，目前规划实施已经近半，我国智能制造进入高速成长期，发展取得明显成效，主要体现在以下方面：一是我国工业企业数字化能力素质提升，为未来制造系统进一步向智能化发展奠定基础。二是中国已成为工业机器人第一消费大国，需求增长强劲。

在“十三五”规划等文件中提到当前各国都将制造业放到非常重要的战略位置，智能制造已成为制造业竞争的主战场。我国高度重视智能制造发展，随着制造业智能化的升级改造，我国智能制造产业呈现较快的增长。2017 年，中国智能制造产业产值规模将近 15000 亿元，预计到 2020 年产值规模将超 27000 亿元。

从 2021 年我国智能制造业的发展情况看“十三五”已实现目标：十三五末

智能制造产值将超 27000 亿元，期间同步实施数字化制造普及、智能化制造示范，构建新型制造体系。

“十三五”以来，通过试点示范应用、系统解决方案供应商培育、标准体系建设等多措并举，我国制造业数字化网络化智能化水平显著提升，形成了央

地紧密配合、多方协同推进的工作格局，发展态势良好。供给能力不断提升，智能制造装备国内市场满足率超过 50%，主营业务收入超 10 亿元的系统解决方案供应商达 43 家。支撑体系逐步完善，构建了国际先行的标准体系，发布国家标准 285 项，主导制定国际标准 28 项；培育具有一定影响力的工业互联网平台 70 余个。推广应用成效明显，试点示范项目生产效率平均提高 45%、产品研制周期平均缩短 35%、产品不良品率平均降低 35%，涌现出离散型智能制造、流程型智能制造、网络协同制造、大规模个性化定制、远程运维服务等智能制造业。

从各个方面的统计数据看，中国智能制造业稳步提升：

### 1.制造业数字化网络化智能化水平持续提升

据工信部材料，截至 2019 年 9 月，企业数字化研发设计工具普及率和关键工序数控化率分别达到 69.3%和 49.5%。

### 2.“互联网+制造业”新模式不断涌现

截至 2019 年 9 月，开展网络化协同、服务型制造、个性化定制的企业比例分别达 35.3%、25.3%、8.1%。大规模个性化定制在服装、家具等行业加快推广，协同研发制造在汽车、航空、航天等高端制造领域日益兴起。

### 3.工业互联网发展已迈出实质步伐

工业互联网已经广泛应用于石油、石化、钢铁、家电、服装、机械、能源等行业，国内具有一定行业和区域影响力的工业互联网平台总数超过了 50 家，重点平台平均连接的设备数量达到了 59 万台。

根据世界银行的统计，按现价美元测算，2010 年我国制造业增加值首次超过美国，占全球比重为 17.6%，位列世界第一。联合国统计司的数据显示，截至 2016 年，我国制造业增加值规模达 3 万亿美元，占世界的比重为 24.5%。到 2018 年，这一比重增长到 28%以上，工业增加值规模首次超过 30 万亿元。这些变化，深刻改变了全球制造业乃至全球经济发展的格局。

统计显示，2020 年，中国智能制造产值有望超过 3 万亿元人民币，年均复合增长率约 20%。前瞻产业研究院分析，到 2024 年，我国智能制造产值规模将超过 4.5 万亿元。

## (二) 中国智能制造发展面临的机遇和挑战

作为国家间经济竞争的主战场，制造业在中国经济转型升级以及国际分工重新划分中占据着至关重要的地位，决定了这次“史诗级”战役的成败。在高新技术密集爆发的大背景下，智能制造无疑是制造业发展的重要驱动力，是推动制造业高质量发展的主攻方向。大力推进智能制造发展，是创造新动能、打造新优势，不断增强核心竞争力，推动我国产业迈向中高端的关键举措。

智能制造是基于新一代信息技术与先进制造技术深度融合，贯穿于设计、生产、管理、服务等制造活动各个环节，具有自感知、自决策、自执行、自适应、自学习等特征，旨在提高制造业质量、效益和核心竞争力的先进生产方式。作为制造强国建设的主攻方向，智能制造发展水平关乎我国未来制造业的全球地位，对于加快发展现代产业体系，巩固壮大实体经济根基，构建新发展格局，建设数字中国具有重要作用。

在政府层面，国家和地方一起发力，积极制定政策驱动智能制造，为我国智能制造发展把握好大方向。国家层面，2015 年，国务院发布实施制造强国战略第一个十年行动纲领《中国制造 2025》，提出实现制造强国的战略任务和重点之一是要推进信息化和工业化的深度融合，要把智能制造作为两化深度融合的主攻方向。2016 年，工信部、财政部发布《智能制造发展规划(2016-2020 年)》，提出智能制造发展“两步走”战略。2017 年 11 月，国务院发布《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网指导意见》，提出要加快建设和发展工业互联网，推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合，发展先进制造业，支持传统产业优化升级。2019 年政府工作报告中，习近平总书记提出，要推动传统产业改造提升。

同时，中央经济工作会议于 2018 年首次提出“新基建”这一概念，至今已有 7 次中央级会议或文件明确表示加强“新基建”。“新基建”提出的 5G、特高压、城际高速铁路和城际轨道交通、新能源汽车充电桩、大数据中心、人工智能、工业互联网七个方向的建设内容，适应中国当前社会经济发展阶段和转型需求，在补短板的同时将成为社会经济发展的新引擎。特高压、城际高速铁路、轨道交通、新能源汽车等应用行业的竞争力建设依赖于智能制造相关技术的快

速发展，而 5G、大数据中心、人工智能、工业互联网等基础性技术的进步，又将持续推动我国智能制造技术升级的脚步。新基建目标的提出，为我国智能制造升级进一步明确了方向，提升了内在推动力，夯实了技术基础。作为数字经济的发展基石、转型升级的重要支撑，新一代信息技术引领的新型基础设施建设已成为我国谋求高质量发展的关键要素。

2021 年 4 月 14 日，工业和信息化部发布了《“十四五”智能制造发展规划》

（征求意见稿）（以下简称《规划》），明确提出了我国“十四五”智能制造发展路径、具体目标、重点任务，对新时期我国推进数字化转型和智能化升级、促进制造业高质量发展，具有重要意义。《“十四五”智能制造发展规划》是为贯彻落实《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》《“十四五”制造业高质量发展规划》，加快推动智能制造发展，编制的规划。《规划》为我国“十四五”智能制造发展指明了方向，各部门、各地方、各企业要根据自身特点与发展需求，找到符合自己的发展路径和发展模式。

呼应中央政策，围绕推动制造业高质量发展，强化工业基础和技术创新能力，促进先进制造业和现代服务业融合发展，加快建设制造强国。地方层面，各省市利好政策不断出台，催生了大批智能制造产业链企业。广东、福建、安徽、江苏、北京、天津等省市结合自身发展情况，纷纷提出了地方智能制造发展规划，推动智能制造发展，并在智能制造链条上建设了大量的产业园区，孕育了一大批智能制造产业链企业，成为中国智能制造产业的重要承载地和孵化器。根据《世界智能制造中心发展趋势报告（2019）》统计，我国共有 437 家智能制造类产业园区，覆盖全国 27 个省市。与此同时，《中国制造 2025》、工信部《智能制造发展规划（2016-2020 年）》等一批规划纲要也提出把全面推行绿色制造作为实现制造强国战略目标的重要内容，积极追求绿色、智能、可持续的发展，实现与智能制造相互补充，相互促进。

然而，我国工业化和经济现代化起步较晚，制造业总体水平不一，创新研发实力相对薄弱，智能制造发展面临诸多挑战。

首先，工业基础设施和核心技术创新能力不足，对外依存度高。与欧美等

发达国家相比，我国在传感器、高端芯片、基础软硬件等方面瓶颈突出，关键核心技术受制于人，严重制约了我国智能制造的发展。以传感器举例，作为工厂智能化转型的基础条件，传感器在汽车、电子等离散行业的数据采集上拥有大规模应用。然而，全球电子传感器市场被博世 BOSCH、MEAS、罗克韦尔 ROCKWELL 等国外企业垄断，国内传感器大多依赖进口，自产传感器几乎全是低端产品，难以跻身高端市场竞争。

其次，信息化、智能化水平整体滞后。由于我国制造业体量庞大，一些先进的制造业企业正积极探索从机械化、自动化向智能化、信息化发展，但是很多企业仍然未完成数字化升级，与人工智能等前沿技术的融合还处于初级阶段，我国制造业距离真正的智能制造还有很长距离。再次，产业结构待改善，低端制造业市场同质化竞争严重。我国低端产业产能过剩，先进装备、核心部件、高性能材料等中高端产业的保障能力不能得到有效满足，导致我国装备制造业低端市场同质化竞争严重，中高端市场发展缺乏技术和基础设施支持。

最后，专业人才数量欠缺。智能制造产业相对于传统制造业对于高素质人才的需求更为明显，而且更需要懂得多方面知识与技能的复合型人才，对于高端专业人才的需求更是极为迫切，但是我国在高端、复合型人才数量上严重欠缺，难以满足智能制造领域的扩张需求。面对上述问题，我国要推动智能制造快速发展，需要从基础软硬件、核心技术、网络、生态等各方面入手，扎扎实实做强根基。

## 二、中国智能制造政策措施

加快发展智能制造，是培育我国经济增长新动能的必由之路，是抢占未来经济和科技发展制高点的战略选择，对于推动我国制造业供给侧结构性改革，打造我国制造业竞争新优势，实现制造强国具有重要战略意义。

中国政府将智能制造作为制造业高质量发展的主攻方向，围绕生态体系建设，深入实施智能制造工程，推动制造业智能化转型。一是坚持示范引领，深化行业应用及推广。二是坚持创新驱动，打造智能制造创新生态体系。三是坚



持融合发展，培育带动新兴产业发展。四是坚持开放合作，深度融入全球供给体系。

从顶层设计来看，有《智能制造装备产业“十二五”发展规划》《智能制造发展规划（2016-2020）》等规划。在具体政策上，《智能制造发展规划（2016-2020）》、《工业互联网发展行动计划》《国务院关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》《关于促进人工智能和实体经济深度融合的指导意见》《国家智能制造标准体系建设指南(2018年版)》《中小企业数字化赋能专项行动方案（工信厅企业〔2020〕10号）》等指引也陆续发布。

## （一）加强统筹协调

发挥国家制造强国建设领导小组作用，有效统筹中央、地方和其他社会资源，协调解决智能制造发展中遇到的问题，形成资源共享、协同推进的工作格局。发挥国家制造强国建设战略咨询委员会作用，为把握技术发展方向提供咨询建议。加强规划与其他专项、工程有机衔接。

## （二）完善创新体系

在智能制造领域研究建立若干制造业创新中心，建立市场化的创新方向选择机制和鼓励创新的风险分担、利益共享机制，解决技术研究与产业化应用的鸿沟。围绕重点领域智能制造发展需求，建设重大科学研究和实验设施。支持智能制造公共服务平台建设，增强为行业服务能力。鼓励企业加大研发投入力度，加强智能制造关键技术与装备创新。

## （三）强化人才支撑

定期编制智能制造人才需求预测报告和紧缺人才需求目录，出台智能制造从业人员能力要求等行业标准。支持建设智能制造高技能人才实训基地。加强在职人员、转岗人员的数字化技能培训，促进从业人员技术和知识结构升级，推进产教融合型企业建设。深入推进新工科建设，建设一批智能制造现代产业学院，加强相关学科专业和课程体系建设，加快高端人才培养。弘扬企业家精

神和工匠精神，鼓励开展智能制造创新创业、技术技能大赛。

## （四）提升公共服务

鼓励行业组织、地方政府、产业园区、科研院所、龙头企业等建设智能制造公共服务平台，支持标准试验验证平台提升检验检测、咨询诊断、培训推广等服务能力。制定智能制造公共服务平台规范，构建优势互补、协同发展的服务网络。建立长效评价机制，鼓励第三方机构开展智能制造能力成熟度评估，研究发布行业和区域智能制造发展指数。

## （五）深化开放合作

加强与相关国家、地区及国际组织的交流，开展智能制造技术攻关、标准研制、示范应用、检测认证、人才培养等合作。鼓励跨国公司、国外科研机构等在华建设智能制造研发中心、示范工厂、人才培训中心等。依托共建“一带一路”倡议、金砖国家、区域全面经济伙伴关系协定（RCEP）等国际合作机制，鼓励智能制造装备、软件、标准和解决方案“走出去”。

## （六）加大财税金融支持

加强国家科技重大专项、重点研发计划、产业基础再造工程、增强制造业核心竞争力专项等对智能制造领域的支持。优化首台（套）重大技术装备保险补偿和激励政策，促进智能制造装备推广应用。鼓励国家制造业转型升级基金、先进制造业投资基金、国家中小企业发展基金及各类社会资本加大对智能制造领域投资力度。引导金融机构为企业智能化改造提供中长期贷款支持，开发符合智能制造特点的供应链金融、融资租赁等金融产品。

充分利用现有资金渠道对智能制造予以支持。按照深化科技计划（专项、基金等）管理改革的要求，统筹支持智能制造关键共性技术的研发。完善和落



实支持创新的政府采购政策。推进首台（套）重大技术装备保险补偿试点工作。落实税收优惠政策，企业购置并实际使用的重大技术装备符合规定条件的，可按规定享受企业所得税优惠政策。企业为生产国家支持发展的重大技术装备或产品，确有必要进口的零部件、原材料等，可按重大技术装备进口税收政策有关规定，享受进口税收优惠。

## （七）创新金融扶持方式

发挥国家财政投入的引导作用，吸引企业、社会资本，建立智能制造多元化投融资体系。鼓励建立按市场化方式运作的各类智能制造发展基金，鼓励社会风险投资、股权投资投向智能制造领域。搭建政银企合作平台，研究建立产融对接新模式，引导和推动金融机构创新产品和服务方式。依托重点工程项目，推动首台（套）重大技术装备推广应用，完善承保理赔机制。支持装备制造企业扩大直接融资，发展应收账款融资，降低企业财务成本。

## （八）发挥行业组织作用

发挥行业协会熟悉行业、贴近企业优势，推广先进管理模式，加强行业自律，防止无序和恶性竞争。各相关行业协会要指导企业深化改革、苦练内功，抓好技术创新、人才培养，及时反映企业诉求，反馈政策落实情况，积极宣传和帮助企业用足用好各项政策。鼓励行业协会、产业联盟提升服务行业发展的能力，引导企业推进智能制造发展。

## （九）深化国际合作交流

在智能制造标准制定、知识产权等方面广泛开展国际交流与合作，不断拓展合作领域。支持国内外企业及行业组织间开展智能制造技术交流与合作，做到引资、引技、引智相结合。鼓励跨国公司、国外机构等在华设立智能制造研发机构、人才培训中心，建设智能制造示范工厂。鼓励国内企业参与国际并购、

参股国外先进的研发制造企业。

### 三、中国智能制造战略布局

加快推动新一代信息技术与制造技术融合发展，把智能制造作为两化深度融合的主攻方向；着力发展智能装备和智能产品，推进生产过程智能化，培育新型生产方式，全面提升企业研发、生产、管理和服务的智能化水平。

#### （一）研究制定智能制造发展战略

编制智能制造发展规划，明确发展目标、重点任务和重大布局。加快制定智能制造技术标准，建立完善智能制造和两化融合管理标准体系。强化应用牵引，建立智能制造产业联盟，协同推动智能装备和产品研发、系统集成创新与产业化。促进工业互联网、云计算、大数据在企业研发设计、生产制造、经营管理、销售服务等全流程和全产业链的综合集成应用。加强智能制造工业控制系统网络安全保障能力建设，健全综合保障体系。

#### （二）加快发展智能制造装备和产品

组织研发具有深度感知、智慧决策、自动执行功能的高档数控机床、工业机器人、增材制造装备等智能制造装备以及智能化生产线，突破新型传感器、智能测量仪表、工业控制系统、伺服电机及驱动器和减速器等智能核心装置，推进工程化和产业化。加快机械、航空、船舶、汽车、轻工、纺织、食品、电子等行业生产设备的智能化改造，提高精准制造、敏捷制造能力。统筹布局和推动智能交通工具、智能工程机械、服务机器人、智能家电、智能照明电器、可穿戴设备等产品研发和产业化。

#### （三）推进制造过程智能化

在重点领域试点建设智能工厂/数字化车间，加快人机智能交互、工业机器人、智能物流管理、增材制造等技术和装备在生产过程中的应用，促进制造工艺的仿真优化、数字化控制、状态信息实时监测和自适应控制。加快产品全生

命周期管理、客户关系管理、供应链管理系统的推广应用，促进集团管控、设计与制造、产供销一体、业务和财务衔接等关键环节集成，实现智能管控。加快民用爆炸物品、危险化学品、食品、印染、稀土、农药等重点行业智能检测监管体系建设，提高智能化水平。

#### **(四) 深化互联网在制造领域的应用**

制定互联网与制造业融合发展的路线图，明确发展方向、目标和路径。发展基于互联网的个性化定制、众包设计、云制造等新型制造模式，推动形成基于消费需求动态感知的研发、制造和产业组织方式。建立优势互补、合作共赢的开放型产业生态体系。加快开展物联网技术研发和应用示范，培育智能监测、远程诊断管理、全产业链追溯等工业互联网新应用。实施工业云及工业大数据创新应用试点，建设一批高质量的工业云服务和工业大数据平台，推动软件与服务、设计与制造资源、关键技术与标准的开放共享。

#### **(五) 加强互联网基础设施建设。**

加强工业互联网基础设施建设规划与布局，建设低时延、高可靠、广覆盖的工业互联网。加快制造业集聚区光纤网、移动通信网和无线局域网的部署和建设，实现信息网络宽带升级，提高企业宽带接入能力。针对信息物理系统网络研发及应用需求，组织开发智能控制系统、工业应用软件、故障诊断软件和相关工具、传感和通信系统协议，实现人、设备与产品的实时联通、精确识别、有效交互与智能控制。

## 第六篇 智能制造在中国态势分析

### 一、中国智能制造的优势分析

党的二十大报告（以下简称《报告》）提出“高质量发展是全面建设社会主义现代化国家的首要任务”，并把“经济高质量发展取得新突破，科技自立自强能力显著提升”置于今后五年主要目标任务的首要位置。在实现高质量发展过程中，作为新一轮科技革命核心技术范式的智能制造，是经济高质量发展的破题之举，是提升科技自立自强能力的主阵地，是通过“数实融合”建设制造强国的主攻方向。党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央高瞻远瞩，高度重视科技创新和产业升级，我国 2015 年制定了《中国制造 2025》，连续出台了“十三五”“十四五”时期的《智能制造发展规划》以及其他相关中长期战略规划。十年来，我国工业领域深入贯彻新发展理念，全面探索、加快推进智能制造进程，无论是顶层设计还是企业实践，都取得了举世瞩目的显著成效。党的二十大再次强调“坚持把发展经济的着力点放在实体经济上，推进新型工业化，加快建设制造强国、质量强国、航天强国、交通强国、网络强国、数字中国。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”。这无疑赋予了智能制造在高质量发展过程中的新使命和新作用。

#### （一）政策引领：顶层设计彰显制度优势

习近平总书记指出习近平总书记指出，“用中长期规划指导经济社会发展，是我们党治国理政的一种重要方式”。智能制造的发展需要国家自上而下的政策支持。党的十八大以来，我国高度重视推动智能制造发展，不断出台发展与智能制造相关的战略规划和政策条例（详见图 2），引导和支持攻关智能制造技术攻关智能制造技术、培育建设智能制造产业，体现了卓越的制度设计智慧，彰显了统一组织领导的巨大政治优势，使我国智能制造事业发展更具有长远性、持续性、系统性，体现了中国特色社会主义市场经济下制造业发展的特点。

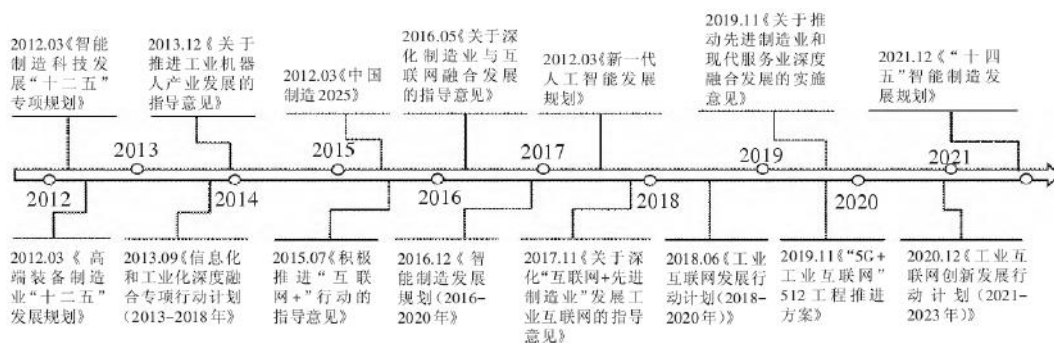


图 6-1 2012-2021 年中国推动智能制造发展的相关政策梳理

**1.我国智能制造取得的重要成就离不开一系列前瞻性的宏观发展规划。**党的十八大以来，党中央高瞻远瞩，不断加强对智能制造中长期规划的制定、落实和全面领导。从党的十八大首次提出“实施创新驱动发展战略”，到《中国制造 2025》《智能制造发展规划（2016—2020）》《“十四五”智能制造发展规划》等战略部署的相继出台，我国智能制造事业始终在战略设计上先行一步，为智能制造的中长期发展定目标、把方向。

**2.相较于西方多党竞争带来的“人走政息”，党中央领导下的智能制造事业发展更具有连续性。**党的十八大以来，我国根据智能制造的实际技术需求和开展情况，在智能制造发展的不同阶段实施具体制度安排，如 2017 年针对智能制造的关键核心技术需求，发布《新一代人工智能发展规划》加快技术攻关，2018 年在全球工业互联网建设起步阶段，国务院出台《工业互联网发展行动计划（2018—2020）》抢先进行战略布局，等等，通过建体系、聚资源、定标准等手段有针对性地连续推进发展智能制造的步伐。

**3.政策引领展现了强大的统筹动员和组织执行能力。**党的十八大以来，面对不同阶段的智能制造发展任务，顶层设计始终发挥着总揽全局、协调地方、组织动员、合力攻坚的核心领导作用，统筹整合资金、人力资本等



各项资源要素，避免了不同区域区域、细分领域内的同质化竞争，形成地方与中央上下联动、“全国一盘棋”的发展格局。

## （二）试点先行：发挥示范项目龙头作用

充分发挥试点企业与示范项目的典型示范和辐射作用充分发挥试点企业与示范项目的典型示范和辐射作用，是加快制造强国建设，探索制造业转型升级新路径转型升级新路径、新模式的重要举措和先进经验。2015 年，为深入实施“中国制造 2025”，工信部确定并公布了首批 94 个智能制造专项项目和 46 个智能制造试点示范项目。自此之后，工信部于 2015—2018 年连续 4 年遴选“智能制造试点示范项目”总计 305 项，2017—2020 年连续 4 年遴选“制造业与互联网融合发展试点示范项目”总计 467 项，2018—2021 年连续 4 年遴选“工业互联网试点示范项目工业互联网试点示范项目”总计 355 项，项目牵头单位多为行业龙头，产业链长、带动性强，分布遍及全国。除此之外，2017 年国务院部署创建年国务院部署创建“中国制造 2025”国家级示范区，聚焦重点领域和各地优势产业完善简政放权、财税金融、土地供应、人才培养等政策措施。2019 年，在全国遴选出海尔 COSMOPlat、东方国信 Cloudiip 等首批“跨行业跨领域工业互联网平台”，并于 2020 年、2022 年陆续新增 5 项和 14 项，加快标杆示范引领作用，依托工业互联网等基础设施的建设，形成了以龙头企业带动，以重大项目引领，中小微企业积极跟随，通过头部企业带动上下游产业链发展的格局。随着试点示范工作的持续开展，各地区结合当地产业实际情况，从营造智能制造良好政策环境、创新智能制造业态模式、提高产品服务供给质量、拓展产业合作和消费新空间等方面，加大政策引领和财政扶持力度，以点带面，逐步形成了一些可复制推广的智能制造新模式，为进一步推动智能制造发展奠定了坚实的基础。

## （三）全面覆盖：推动各类主体跨域协同

党的十八大以来党的十八大以来，国家本着统筹兼顾、分类指导的发展原则，坚持制造业发展“全国一盘棋”和“因企施策”相结合，有效促进了不同

类型、不同发展阶段的企业主体协同一致、优势互补、共同进步。

**1.国有企业、民营企业协同发展。**一方面，在企业智能化转型的进程中，国有企业充分发挥海量生产数据和丰富应用场景的优势，系统布局新型基础设施，聚焦国家重大战略需求和产业发展瓶颈，发挥了国有企业在新一轮科技革命和产业变革浪潮中的引领作用；另一方面，国家始终支持、保护、扶持民营经济发展。2017 年，《国务院办公厅关于进一步激发民间有效投资活力促进经济持续健康发展的指导意见》中指出，“鼓励民营企业进入轨道交通装备、“互联网+”、大数据和工业机器人等产业链长、带动效应显著的领域，在创建“中国制造 2025”国家级示范区时积极吸引民营企业参与”，并在基础设施、融资服务等方面提供制度支持，引导民营企业聚焦主业和核心技术，涌现出以格力、美的、比亚迪、吉利为代表的一批民企智能制造排头兵，有力加快了整体的数字化、智能化转型步伐。

**2.大中小企业融通创新大中小企业融通创新。**一方面，发挥龙头企业的引领作用。针对具备较好数字化基础的大型企业，在进行示范项目专项支持的同时，鼓励其立足行业优势和上下游配套资源，搭建跨行业跨领域和特定行业区域工业互联网平台，推动产业链供应链深度互联和协同响应，为上下游中小企业的数字化转型起到带头支撑作用。另一方面，印发了《中小企业数字化赋能专项行动方案》《关于开展财政支持中小企业数字化转型试点工作的通知》等引导性政策文件。鼓励中小企业上平台，借助平台工业 APP 和解决方案和解决方案，发挥龙头企业带动链上带动作用；加快培育“专精特新”企业和制造业单项冠军企业，为大企业、大项目和产业链提供配套支持。从而形成一批智能制造引领新成一批智能制造引领新工业模式，探索出智能制造各方联动、潜力释放的长效机制和有效路径。

## 二、中国智能制造工程目标

### （一）坚持创新驱动，实现科技自立自强

党的十八大以来，我国智能制造以工业强基示范项目为抓手，解决了一批核心基础零部件、关键基础材料和先进基础工艺的“卡脖子”问题。但我们应

当清醒地认识到，与部分发达国家相比，我国智能制造领域的科技创新能力还不强，芯片、传感器、工业机器人等核心技术装备与软件系统仍然依赖进口，“技术短板”制约了我国智能制造的发展。《报告》提出，要“完善科技创新体系”“坚持创新在我国现代化建设全局中的核心地位”“加快实施创新驱动发展战略”“加快实现高水平科技自立自强”，这也是我国智能制造发展一以贯之的关键任务。第一，完善科技创新体系，把科技自立自强作为智能制造发展的战略支撑。健全新型举国体制，围绕重大工程和重点领域急需的关键技术，面向国家重大科技需求进行“有组织科研”，集聚力量进行关键核心技术攻关，突破一批“卡脖子”的基础零部件和技术工艺。第二，加快基础研究的产业转化。针对典型场景和细分行业的实际需求，鼓励装备制造商、高校、科研院所、用户企业、软件企业供需互动、协同创新，推进工艺、装备、软件、网络的系统集成和深度融合，推动工业知识软件化和架构开源化，研制面向细分行业的嵌入式工业软件、集成开发环境和工业软件平台。第三，强化企业科技创新主体地位。正如《报告》指出，“发挥科技型骨干企业引领支撑作用，营造有利于科技型中小微企业成长的良好环境，推动创新链产业链资金链人才链深度融合”。

## （二）强化数实融合，深化智能技术应用

当下，数字经济的消费互联网阶段红利逐渐消退，数字技术开始从消费端向生产端全面渗透，将成为实体经济高质量发展的关键支撑。《报告》指出，要“加快发展数字经济，促进数字经济和实体经济深度融合，打造具有国际竞争力的数字产业集群”。智能制造是数字技术与实体经济深度融合的核心技术范式，通过数据要素与组织各层级业务活动及流程进行差异化动态匹配，将驱动生产方式的智能化转型，巩固实体经济根基。目前，制造业整体上仍处于从机械自动化向数字智能化过渡的阶段，强化数实融合，普及智能制造应用是未来一段时间的重要任务。第一，推动数字化、智能化技术与制造装备、生产流程深度融合。通过智能车间、智能工厂建设，开发面向特定场景的智能成套生产线以及新技术与工艺结合的模块化生产单元，推动数字孪生、人工智能等技术创新落地应用。第二，深化智能化技术推广应用。当前，制造业的低端程控

软件和企业管理软件得到了很好普及，但复杂产品设计和智能化生产的高端软件缺失，尤其是在中小企业中仍未得到广泛普及，需要进一步推进各行业各主体的数字化转型。引导龙头企业发挥带动作用，依托工业互联网、集成式工业软件带动产业链上下游企业同步实施智能制造，并且充分考虑不同层次企业的投入成本和转型效果的关系，针对典型应用场景，根据企业行业属性、规模体量、技术优势、地区差异、资源禀赋、产权属性等特征，推广一批符合企业需求的数字化设备和服务。第三，进一步完善基础设施建设。梅特卡夫曾指出，政府技术政策的任务不是预测哪种创新将会胜出，而是应当通过构建基础设施来支持企业，创造条件使创新涌现更为容易。一方面，继续推进工业互联网、物联网、5G 等新型网络基础设施规模化部署，鼓励各行各业围绕资源配置、供应链协同、产品全生命周期管理等构建各具特色的工业互联网平台；另一方面，发展智能制造、构建工业互联网需要强大的算力支撑数据超大容量和算法的复杂性，因此需要加快工业数据中心、智能计算中心等算力基础设施建设，以支撑新技术应用。

### （三）探索特色路径，促进区域协调发展

《报告》指出，要“促进区域协调发展”“构建优势互补、高质量发展的区域经济布局和国土空间体系”。当前，我国智能制造区域发展仍不平衡，智能制造试点示范项目分布主要集中在长江三角洲、珠江三角洲、环渤海地区，而吉林、甘肃、青海、西藏等东北、西部地区项目则相对较少，急需深入实施区域协调发展战略，促进东北、中西部等地区的智能制造加快崛起。第一，因地制宜探索各具特色的区域智能制造发展路径，制定差异化数字化转型方案，鼓励地方创新完善政策体系，引导各类资源聚集，如利用当地能源优势，因地制宜依托水电、风电主攻绿色智能生产；面向“一带一路”，加快装备制造企业国际化进程，等等。第二，在国家智能制造的顶层设计下，引导各省（区、市）跨区域协同发展，推动跨地区开展智能制造关键技术创新、供需对接、人才培养等合作，鼓励地方、行业组织、龙头企业等联合推广先进技术、装备、标准和解决方案。第三，加大对欠发达地区的信息基础设施建设和数字化普及力度，

并适当予以财政金融支持，强化指导监督和跟踪检测，解决数字壁垒造成的空间发展失衡问题。

#### （四）实施人才强国，弥补数字人才缺口

习近平总书记在党的二十大中做出了“科技是第一生产力、人才是第一资源、创新是第一动力”的重要论断，指出要“深入实施科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略”。面对我国智能制造的迅猛发展和巨大潜力，我国目前智能制造人才缺口巨大。国家人力资源和社会保障部发布的数据表明，2020 年我国智能制造领域的人才缺口为 300 万人，到 2025 年人才缺口将达到 450 万人。为此，在智能制造的新征程中，需要加强智能制造专业人才培养，调整优化专业队伍结构，完善专业人才保障和激励机制，提升专业队伍能力。第一，以智能制造发展需求为导向、实务培养为原则，建立健全智能制造人才培养体系。继续贯彻落实《中国制造 2025》提出的“完善从研发、转化、生产到管理的人才培养体系”的要求，响应《报告》中“加强基础学科、新兴学科、交叉学科建设，加快建设中国特色、世界一流的大学和优势学科”的指引，加快培养智能制造急需的专业技术人才、经营管理人才、技能人才，尤其注重新工科背景下交叉学科复合型人才培养。第二，推进产教融合建设。推动智能制造的人才链、教育链同产业链、创新链有机衔接，引导智能制造企业与高等院校、职业教育互通培养模式，加强应届毕业生、在职人员、转岗人员数字化技能培训，打破产业人才需求与院校教育之间的壁垒，探索中国特色学徒制。第三，加大智能制造人才的吸引力度，实施“政策引才”。鼓励智能制造企业多形式、多渠道引进优秀专业人才，有针对性地实行人才梯队配套、科研条件配套和管理机制配套等特殊政策。



## 第七篇 中国智能制造产业分析

### 一、中国智能制造产业链分析

智能制造是基于新一代信息技术，贯穿设计、生产、管理、服务等制造活动各个环节，是先进制造过程、系统与模式的总称。其中智能制造过程是指通过自动化装备及通信技术实现生产自动化，并能够通过各类数据采集技术，以及应用通信互联手段，将数据连接至智能控制系统，并将数据应用于企业统一管理控制平台，从而提供最优化的生产方案、协同制造和设计、个性化定制，最终实现智能化生产。

智能制造发展需经历自动化、信息化、互联化、智能化四个阶段。我国智能制造进入到深化应用、全面推广阶段，智能制造水平明显提升。智能制造产业呈现“东强西弱”态势，未来越来越多的制造企业意识到智能制造是提升核心竞争力的关键，智能制造人才缺口大。

智能制造发展需经历不同的阶段，每一阶段都对应着智能制造体系中某一核心环节的不断成熟，分为四个阶段。

分别为自动化（淘汰、改造低自动化水平的设备，制造高自动化水平的智能装备）、信息化（产品、服务由物理到信息网络，智能化元件参与提高产品信息处理能力）、互联化（建设工厂物联网、服务网、数据网、工厂间互联网，装备实现集成）、智能化（通过传感器和机器视觉等技术实现智能监控、决策）。

我国目前仍处于“工业 2.0”（电气化）的后期阶段，“工业 3.0”（信息化）还待普及，“工业 4.0”正在尝试尽可能做一些示范，制造的自动化和信息化正在逐步布局。

#### （一）智能工厂

智能工厂是利用各种现代化的技术，实现工厂的办公、管理及生产自动化，达到加强及规范企业管理、减少工作失误、堵塞各种漏洞、提高工作效率、进行安全生产、提供决策参考、加强外界联系、拓宽国际市场的目的。智能工厂实现了人与机器的相互协调合作，其本质是人

机交互。

近年来，我国重视智能制造产业发展，支持举措正密集出台，强化资金、技术、支撑平台等举措，推进新一代信息技术和制造业融合发展，加快工业互联网发展，培育智能制造特色产业集群，进一步驱动产业变革，推动制造业转型升级。

在主要国家大力推动下，全球智慧工厂行业市场规模稳步扩大。据 Market sand Markets 发布的报告显示，2021 年全球智能工厂市场规模预计达到 801 亿美元，到 2026 年这一数据有望增至 1349 亿美元，期间年复合增长率达到 11%。报告认为，推动市场增长的关键因素包括新冠疫情危机中保持制造设施正常运转的财政政策，资源优化以及生产运营成本降低，从而使市场增长工业机器人的需求，工业环境中对物联网和人工智能等技术的需求不断增长，以及对能源效率的日益重视。

智慧工厂是现代工业、制造业的大势所趋，是实现企业转型升级的一条优化路径。2020 年中国智能工厂市场规模 8560 亿元。根据当前各行业建设智慧工厂的热情及扩张速度，预计未来几年中国智慧工厂行业仍将保持 10%以上的年均增速，到 2025 年，中国智慧工厂行业市场规模有望超 1.4 万亿。66%的标杆智能工厂建设投资总体规模超亿元，45%的智能工厂建设项目资金总体投入在 1 亿-5 亿区间。亿元以下的项目多以智能化改造、信息化升级、工业大数据应用等单点应用为主。

2020 年中国百家“中国标杆智能工厂”分布在中国的 21 个省区市，多集中在中东部和沿海地区。江苏、山东、浙江、广东这四大工业强省，是全国标杆智能工厂分布最为集中的地区，数量占比过半。江苏、山东、浙江、广东标杆智能工厂数量超 10 家，江苏标杆智能工厂数量最多达 17 家。西部地区标杆智能工厂数量数量较少。

## （二）机器视觉行业

2010-2020 年，全球机器视觉行业专利申请数量及专利申请量均呈现增长态势。整体来看，全球机器视觉技术处于成长期。

目前，全球机器视觉第一大技术来源国为中国，中国机器视觉专利申请量占全球机器视觉专利总申请量的 57.71%；其次是日本，日本机器视觉专利申请量占全球机器视觉专利总申请量的 18.14%。美国和韩国排名第三和第四，机器视觉专利申请量占比分别为 13.87%和 3.87%。

在专利类型方面，目前全球有 11987 项机器视觉专利为发明专利，占全球机器视觉专利申请数量最多，为 77.12%。实用新型机器视觉专利和外观设计型机器视觉专利数量分别为 3354 项和 204 项，分别占全球机器视觉专利申请数量的 21.58%和 1.31%。

从技术构成来看，目前“G06T7 图像分析[2017.01]”的专利申请数量最多，为 2792 项，占总申请量的 22.94%。其次是“G06K9 用于阅读或识别印刷或书写字符或者用于识别图形，例如，指纹的方法或装置(用于图表阅读或者将诸如力或现状态的机械参量的图形转换为电信号的方法或装置入 G06K11/00；语音识别入 G10L15/00)〔1， 7〕[2006.01]”，专利申请量为 2349 项，占总申请量的 19.30%。

全球机器视觉前十大热门技术词包括位置信息、图像采集、视觉检测、图像识别、测量的方法、检测系统、双目视觉、机器人、控制系统、自动化。进一步细分来看，机器视觉技术热门词包括机器视觉、图像数据、图像处理、定位方法、识别方法、检测方法、检测装置、监测设备、单目视觉、双目立体视觉、控制器、处理器等。

中国方面，广东为中国当前申请机器视觉专利数量最多的省份，累计当前机器视觉专利申请数量高达 2429 项。江苏当前申请机器视觉专利数量

超过 2000 项。中国当前申请省(市、自治区)机器视觉专利数量排名前十的省份还有北京、浙江、上海、湖北、山东、四川和安徽。

目前国内机器视觉行业的上市公司主要有天准科技、美亚光电、精测电子、赛腾股份、矩子科技、先导智能、康鸿智能、劲拓股份等。

### (三) 数控机床

目前我国数控机床已有较高产量水平。数控机床是一种装有程序控制系统

的自动化机床,该控制系统能够处理具有控制编码或其他符号指令规定的程序,通过信息载体输入到数控装置,经运算处理由数控装置发出控制信号,控制机床动作,从而自动进行零件加工。

从数控机床产业链上下游来看,上游主要包括各类钣金件、铸件、精密件、功能部件、数控系统、电气元件的供应。产业链中游主要是各类数控机床的制造,从数控机床种类来看,具体包括金属切削机床、特种加工机床、成型机床以及其他类型机床的生产制造。在下游应用市场,数控机床广泛的应用于国防军工、石油化工、汽车产业、机械行业以及其他工业制造等众多领域。

在上游领域,数控机床行业上游行业主要是制造数控机床所需零部件、功能部件、电器元件以及数控系统等供应。机床主体零部件供应商包括盛特机械、北重机械、久升机械等;功能部件供应商包括恒锋工具、汉江工具、科拓智能、元景机床等;数控系统供应商包括华中数控、广州数控、埃斯顿、雷赛智能、华兴数控等。

在中游数控机床制造领域,目前,国内数控机床制造代表企业有北一机床、重庆机床、沈阳机床、秦川机床、环宇数控、国盛智能等。

在下游应用市场,数控机床作为制造业的工作母机和工具机,用途十分广泛,涵盖国民经济的多个重要领域,下游应用领域较为分散,包括国防军工、石油化工、汽车产业等工业制造领域。

数控机床主要用于金属切削和金属成形,从结构上来看,2015 年 1-10 月中国数控金属切削机床、数控金属成形机床(数控锻压设备)产量分别为 19.7 万台、2.0 万台,同比下降 7.1%、4.6%,但仍保持较高产量水平。

根据中国产业信息网统计,我国 2017 年数控金属切削机床、数控金属成形机床(数控锻压设备)产量分别达到 25.3 万台、2.76 万台,未来年均复合增长率约分别为 3.47%、6.33%。

高端数控仍处于起步阶段。我国目前处于数控机床的智能化技术起步阶段,现阶段大部分的数控机床还不具备智能化功能,自主生产的数控机床主要以中低端产品为主,高端数控机床(数控系统)主要依靠进口,2016 年我国数控机床进口额约 26 亿美元。

国内机床行业市场集中度并不高，主要的市场参与者包括沈阳、大连、济南、秦川等机床厂，进口数控机床主要来自西门子、发那科、三菱等外企；数控系统方面，国产数控系统厂家主要为华中数控、广州数控、大连光洋、沈阳高精和航天数控等。

目前这 5 家数控企业均对数控系统软硬件平台等一批高端数控系统关键技术有所突破，高端数控机床被列入“中国制造 2025”目标，到 2020 年，国内市场占有率超过 70%。

目前该行业的示范效用已取得了一定成果，由云南 CY 集团承担的工信部《高档数控车床制造数字化车间的研制与示范应用》于 2016 年 8 月通过验收，该项目的关键设备数控化率 100%。

## 二、中国智能制造行业发展特点分析

### （一）制造流程智能化

智能制造行业在生产各个方面全方位地推动制造业智慧化转型，包括连接消费者和制造商、连接产品和设备等的智能连接服务，RFID 等智能产品、提供质量监测和机台数据监测等的智能传感、提供设备自诊断和自配置服务、以人为中心，包含虚拟现实、增强现实等的数字化辅助系统、流程工件等精准定位的 LBS 位置服务，包含生产 KPI 实时监控、实时报警等的实时生产监控服务等

“十九大”报告指出，要加快发展先进制造业，加快建设制造强国。推动流程制造业智能化发展是顺应制造强国战略的必然选择，也是适应新时代流程制造业发展数字化、网络化、智能化趋势，推进我国供给侧结构性改革、支撑经济高质量发展的重要途径。

2025 年，全国重点流程制造企业普及数字化、网络化制造并开展深度应用，部分领域试点示范流程制造智能化工厂应用，在取得显著成效的基础上进一步扩大应用范围，使我国进入世界流程制造业智能制造的先进行列。在钢铁工业方面，建立覆盖不同流程结构的钢铁企业示范智能化工厂，应用水平达到世界



先进，示范企业实现流程数字化设计、生产智能化管控、企业精益化运营、系统开放性架构。在石化工业方面，推广应用数字化、网络化智能工厂，启动数字化、网络化、智能化智能工厂试点示范，进入世界智能制造先进行列。

2035 年，数字化、网络化、智能化智能工厂完成试点示范并开始推广应用，使得我国流程制造业实现转型升级，部分企业进入世界领先行列，为 2050 年我国建成世界一流的制造强国奠定坚实基础。在钢铁工业方面，面向钢铁企业推广应用智能化技术和新模式，全行业智能化水平获得根本性提升，整体达到世界先进水平，部分企业达到世界领先水平。在石化工业方面，推广普及数字化、网络化、智能化石化工厂，促进我国石化工业实现整体转型升级，智能制造整体达到世界先进水平，部分企业进入世界领先行列。

## （二）3D 打印和工业软件市场规模增大

数据显示，2020 年全球 3D 打印、材料与服务全球市场规模达到了 127.6 亿美元，预计将在 2025 年暴增至 491.0 亿美元；而全国工业软件市场规模增长势头强劲，从 2014 年的 695 亿元上升至 2020 年的 1974 亿元。3D 打印可以在智能制造的定制化生产、供应链管理、产品设计、提高上市速度等方面发挥作用，目前已经在智能医疗、智能新零售、智能设计等领域应用；工业互联网主要是由工业平台为企业定制化的服务，帮助企业上云，是实现智能制造的发展模式和现实的路径。随着 3D 打印和工业互联网的规模进一步扩大，中国制造业智能化也将蓬勃发展。

## （三）中国智能硬件市场规模持续增长

中国智能硬件行业利用传感器等硬件技术对工业设备进行智能改造，赋予设备大数据等附加价值，市场规模逐步上涨，从 2018 年的 5132.7 亿元上涨至 2019 年的 6430.4 亿元。2020 年，新冠疫情的爆发，使得市场对智能硬件终端设备的需求达到近几年高点，市场规模以同比 67.1% 的增长率扩张至 10747.0 亿元。

智能硬件行业细分为智能移动通信、智能机器人、智能家居设备、智能可

穿戴设备、智能车联网设备、智能大屏设备、智能医疗设备、智能家庭健康设备、智能安防设备等。2020 年，中国智能硬件行业以智能家居设备为主，占比 30.6%;其次为智能穿戴设备，占比 20.0%。随着国家大力推进“中国智造”，一系列政策利好，前瞻认为，未来增长空间较大的细分领域为智能可穿戴设备、智能家居设备等。

2014-2020 年，我国智能可穿戴设备市场规模逐年递增，2020 年达 559 亿元，同比增长 2%。前瞻认为，智能可穿戴设备属于弹性需求，2020 年疫情导致大部分需求被暂时抑制，2021 年将是新一轮需求爆发点。

2015-2020 年，我国智能家居市场规模逐年递增，2019 年，达到 1530 亿元，增速为 18.4%，预计 2020 年，智能家居市场规模达 1820 亿元。另外，IDC 数据显示，2020 年中国智能家居设备出货量为 2 亿台，同比下降 1.9%，预计 2021 年将迎来反弹。

从企业来看，目前智能家居以美的、海尔等老牌企业为主，以其国民度以及丰富的产品线取胜，但前瞻认为随着更多的专注单品的企业进入市场，以及国家扩大内需，国际国内双循环政策的引导，智能家居细分领域新兴势力企业的增长空间较大。

#### (四) 工业机器人应用成全球趋势

工业机器人是广泛用于工业领域的多关节机械手或多自由度的机器装置，具有一定的自动性，可依靠自身的动力能源和控制能力实现各种工业加工制造功能。工业机器人被广泛应用于电子、物流、化工等各个工业领域之中。2019 年 9 月中共中央、国务院颁发《交通强国建设纲要》，要完善交运行业基础设施布局以支撑国家现代化建设；到 2035 年实现“全球 123 快货物流圈”，并加强新型载运工具的研发；发展智慧交通，推动大数据、AI、区块链等新技术与交通行业深度融合。

我国是工业机器人应用第一大国，近年来，我国工业机器人行业迅猛发展，产量持续增长。数据显示，2020 年 10 月全国工业机器人产量为 21467 台，同比增长 38.5%。2020 年全国工业机器人产量为 237068 台，同比增长 19.1%。

销售额方面，经初步统计，2019 年我国工业机器人市场规模达到 57.3 亿美元，中商产业研究院预测，2021 年我国工业机器人销售额将达 66.3 亿美元。24 小时高效工作、智能化、数字化的工业机器人的应用逐渐成为制造业产业的主流趋势。

## （五）智能制造打造智能制造工厂

随着中国各个产业的数字化，传统人口密集型的制造业工厂也在逐渐往数字化、智能化的“智能工厂”的方向发展。智能工厂具有机器间互相通信并通过机器管理应用程序被管理、由信息物理融合生产系统(CPPS)进行统筹、接入基于云计算的安全互联网工业平台的特点。

随着中国人口结构逐渐呈现老龄化的格局，数字化、高效的智能工厂的竞争力越来越强。首先智能工厂可以使得生产过程透明化，在帮助企业实时掌控、监管生产流程情况的同时，也为企业在应用虚拟现实生产上提供了信息和数据基础；其次智能工厂可以帮助企业降低人力成本；生产数据的可视化在大数据的辅助下也给企业决策提供了数据分析方面的便利；智能工厂也可以 7\*24 小时全天候工作，不但提高效率，也增加了工作时长，同时也保证了生产过程无纸化。

## 三、工业互联网应用场景

### （一）设备联网监测

传统的设备监测多以人工巡检为主，无法及时发现设备故障，容易造成意外停机，带来不小的生产损失。可以利用工业网关实时采集设备数据，通过 5G/4G、专线和 WiFi 等网络传输，实现设备在线健康监测、预测性维护及故障诊断。设备联网平台由设备在线监测子系统和设备管理子系统组成。

（1）设备在线监测子系统：用于重要设备运行状态进行 24 小时的不间断监测，以便实时掌握设备的状态参数和劣化趋势，预判故障诱因及部位，提前处理故障隐患，减少突发性设备故障对生产的影响。

（2）设备管理子系统：由设备台账、工单管理、库存管理、润滑管理等子项目组成，可实现智能判断故障、自动触发维修工单、维修过程管控及结果确认、维修效果评估、备件库存量报警等设备全生命周期的管理。设备互联和数据采集是工业互联网的基础，面向复杂多样的现场装备，开展设备接入与数据采集，获取重点设备运行和状态数据，实现设备在线健康监测、预测性维护及故障诊断。

## （二）5G+AI 智慧工厂

AI 智慧工厂分为工业质检和人员合规监测两个细分场景。

（1）工业质检：目前，工业质检仍大量依赖人工方式进行，在检测速度和标准一致性方面存在不确定性，劳动密集型的工业质检方式已难以适应行业竞争及市场发展。基于 5G+MEC 低时延视频图像数据传输能力，在生产现场部署工业相机或激光器扫描仪等质检终端，实时拍摄产品质量的高清图像，通过 5G 网络传输至部署在 MEC 上的专家系统，专家系统基于 AI 算法模型进行实时分析，对比系统中的规则或模型要求，判断物料或产品是否合格，实现缺陷实时检测与自动报警，并有效记录瑕疵信息，为质量溯源提供数据基础。同时，通过专家系统进一步将数据聚合，上传到企业质量检测系统，根据周期数据流完成模型迭代，通过网络实现模型的多生产线共享。

（2）人员及环境合规监测：工厂是人员密集型场所，对于安全生产要求高，需要实时监测员工进入工作区域时不按规定佩戴安全帽、不按公司着装规范穿着工作服、抽烟、擅离职守、玩手机行为，对于工厂物料摆放不合规、区域乱摆乱放、贵重材料失窃行为频发、厂房区域发生车间设备冒槽滴漏积水现象以及烟火现象不能在第一时间及时发现，影响生产安全。可以通过 AI 算法对人员行为及环境进行实时监测预警，提高工厂安全生产管理效率。

## 第八篇 中国智能制造的发展规划

近日，工业和信息化部、国家发展和改革委员会、教育部、科技部、财政部、人力资源和社会保障部、国家市场监督管理总局、国务院国有资产监督管理委员会等八部门联合印发《“十四五”智能制造发展规划》（以下简称《规划》）。

### 一、中国智能制造的指导思想和目标

《规划》以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中、六中全会精神，立足新发展阶段，完整、准确、全面贯彻新发展理念，构建新发展格局，深化改革开放，统筹发展和安全，以新一代信息技术与先进制造技术深度融合为主线，深入实施智能制造工程，着力提升创新能力、供给能力、支撑能力和应用水平，加快构建智能制造发展生态，持续推进制造业数字化转型、网络化协同、智能化变革，为促进制造业高质量发展、加快制造强国建设、发展数字经济、构筑国际竞争新优势提供有力支撑。

《规划》提出推进智能制造的总体路径是：立足制造本质，紧扣智能特征，以工艺、装备为核心，以数据为基础，依托制造单元、车间、工厂、供应链等载体，构建虚实融合、知识驱动、动态优化、安全高效、绿色低碳的智能制造系统，推动制造业实现数字化转型、网络化协同、智能化变革。未来 15 年通过“两步走”，加快推动生产方式变革：一是到 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；二是到 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。

《规划》提出了 2025 年三项具体目标：

（1）转型升级成效显著。70%的规模以上制造业企业基本实现数字化网络化，建成 500 个以上引领行业发展的智能制造示范工厂。制造业企业生产效率、产品良品率、能源资源利用率等显著提升，智能制造能力成熟度水平明显提升。

（2）供给能力明显增强。智能制造装备和工业软件技术水平和市场竞争力



显著提升，市场满足率分别超过 70%和 50%。培育 150 家以上专业水平高、服务能力强的智能制造系统解决方案供应商。

（3）基础支撑更加坚实。建设一批智能制造创新载体和公共服务平台。构建适应智能制造发展的标准体系和网络基础设施，完成 200 项以上国家、行业标准的制修订，建成 120 个以上具有行业和区域影响力的工业互联网平台。

## 二、中国智能制造的重点任务

结合我国智能制造发展现状和基础，《规划》紧扣智能制造发展生态的四个体系，提出“十四五”期间要落实创新、应用、供给和支撑四项重点任务。

### （一）任务一：加快系统创新，增强融合发展新动能

一是攻克 4 类关键核心技术，包括：基础技术、先进工艺技术、共性技术以及人工智能等在工业领域的适用性技术。二是构建相关数据字典和信息模型，突破生产过程数据集成和跨平台、跨领域业务互联，跨企业信息交互和协同优化以及智能制造系统规划设计、仿真优化 4 类系统集成技术。三是建设创新中心、产业化促进机构、试验验证平台等，形成全面支撑行业、区域、企业智能化发展的创新网络。

### （二）任务二：深化推广应用，开拓转型升级新路径

一是建设智能制造示范工厂，开展场景、车间、工厂、供应链等多层级的应用示范，培育推广智能化设计、网络协同制造、大规模个性化定制、共享制造、智能运维服务等新模式。二是推进中小企业数字化转型，实施中小企业数字化促进工程，加快专精特新“小巨人”企业智能制造发展。三是拓展智能制造行业应用，针对细分行业特点和痛点，制定实施路线图，建设行业转型促进机构，组织开展经验交流和供需对接等活动，引导各行业加快数字化转型、智能化升级。四是促进区域智能制造发展，鼓励探索各具特色的区域发展路径，加快智能制造进集群、进园区，支持建设一批智能制造先行区。

### （三）任务三：加强自主供给，壮大产业体系新优势

一是大力发展智能制造装备，主要包括 4 类：基础零部件和装置、通用智能制造装备、专用智能制造装备以及融合了数字孪生、人工智能等新技术的新型智能制造装备。二是聚力研发工业软件产品，引导软件、装备、用户等企业以及科研院所等联合开发研发设计、生产制造、经营管理、控制执行等工业软件。三是着力打造系统解决方案，包括面向典型场景和细分行业的专业化解决方案，以及面向中小企业的轻量化、易维护、低成本解决方案。

### （四）任务四：夯实基础支撑，构筑智能制造新保障

一是深入推进标准化工作，持续优化标准顶层设计，制修订基础共性和关键技术标准，加快标准贯彻执行，积极参与国际标准化工作。二是完善信息基础设施，主要包括网络、算力、工业互联网平台 3 类基础设施。三是加强安全保障，推动密码技术应用、网络安全和工业数据分级分类管理，加大网络安全产业供给，培育安全服务机构，引导企业完善技术防护体系和安全管理制度。四是强化人才培养，研究制定智能制造领域职业标准，开展大规模职业培训，建设智能制造现代产业学院，培养高端人才。

## 三、《规划》部署的专项行动

围绕创新、应用、供给和支撑等四个方面，《规划》部署了智能制造技术攻关行动、智能制造示范工厂建设行动、行业智能化改造升级行动、智能制造装备创新发展行动、工业软件突破提升行动、智能制造标准领航行动等六个专项行动：

一是开展智能制造技术攻关行动，重点突破基础技术、先进工艺技术、共性技术以及适用性技术等 4 类关键核心技术，生产过程数据集成、业务互联、协同优化以及仿真优化等 4 类系统集成技术。

二是开展智能制造示范工厂建设行动，面向企业转型升级需要，打造智能场景、智能车间、智能工厂和智慧供应链，形成多场景、全链条、多层次应用示范。

三是开展行业智能化改造升级行动，针对装备制造、电子信息、原材料、消费品等四个传统产业的特点和痛点，推动工艺革新、装备升级、管理优化和生产过程智能化。

四是开展智能制造装备创新发展行动，加快研发基础零部件和装置、通用智能制造装备、专用智能制造装备以及新型智能制造装备等四类智能制造装备。

五是开展工业软件突破提升行动，加快开发应用研发设计、生产制造、经营管理、控制执行、行业专用及新型软件等六类工业软件。

六是开展智能制造标准领航行动，从标准体系建设、研制、推广应用和国际合作等四个方面，推动智能制造标准化工作走深走实。

## 四、《规划》的保障措施

为确保各项目标和重点任务的顺利实施，《规划》提出了四个方面的保障措施：

一是强化统筹协调，加强部门协同和央地协作，充分发挥专家、研究机构和智库作用等，鼓励企业结合自身实际加快实施智能制造，形成系统推进工作格局。

二是加大财政金融支持，加强国家科技重大专项等对智能制造领域的投入，鼓励产业基金、社会资本加大投资，积极拓宽企业融资渠道。

三是提升公共服务能力，鼓励各方建设智能制造公共服务平台，支持第三方机构开展智能制造能力成熟度评估，研究发布行业和区域智能制造发展指数。

四是深化开放合作，加强国际交流和知识产权保护，鼓励国外机构在华建设智能制造研发中心、示范工厂、培训中心等，推动智能制造装备、软件、标准和解决方案“走出去”。

## 第九篇 全国各省市智能制造最新政策一览

在国家政策推动，制造业技术转型升级等背景下，中国智能制造产业发展迅速，逐渐成为制造业的主要驱动力之一。智能制造装备行业作为实现产品制造智能化、绿色化的关键载体，其产业链涵盖智能装备，工业互联网、工业软件、3D 打印以及将上述环节有机结合的自动化系统集成及生产线集成等。近年来，受到国家政策支持以及数字化的不断推行，中国智能制造业产值规模一直保持增长趋势。2020 年中国智能制造业产值规模达 2.51 万亿元，同比增长 18.96%。预计 2022 年产值规模将进一步增长至 3.31 万亿元。

随着智能制造领域政策的持续出台，中国制造业逐渐向智能制造方向转型，并开始大量应用 5G、云计算、大数据、机器人、数字孪生、工业互联网等相关技术。利好政策的不断出台，行业将持续稳定增长，中国制造业中所起到的地位将会越来越重要。因此，我国各省市也在相继推进政策加快智能制造行业对地区经济的贡献。随着人口红利消失制造业成本上升，国家近年发布多项政策支持制造业智能化转型。智能制造行业作为中国制造业的主要驱动力之一，在国家政策推动下，中国智能制造产业发展迅速，对产业发展和分工格局带来深刻影响。各省市利好政策的不断出台，加快智能制造行业将持续稳定增长，中国制造业中所起到的地位将会越来越重要。

### 一、工信部会同有关部门起草了《“十四五”智能制造发展规划》

2021 年 4 月 14 日，工信部会同有关部门起草了《“十四五”智能制造发展规划》（征求意见稿），面向社会公开征求意见。从设计、材料、生产制造、装备、供应、管理、标准以及相关软件、硬件等方面，提出了重点任务和明确的目标。提出了“六大行动”，即智能制造技术攻关行动、智能制造示范工厂领航行动、行业数字化网络改造行动、智能制造装备创新发展行动、工业软件突破提升行动、智能制造标准引领行动。提出了“两大目标”，即到 2025 年，规模以上制造业企业基本普及数字化，重点行业骨干企业初步实现智能转型。

到 2035 年，规模以上制造业企业全面普及数字化，骨干企业基本实现智能转型。这份征求意见稿充分体现出了政府未来将加大发挥统筹规划、引导力度，进而实现智能制造高质量发展的决心。

## 二、工业和信息化部印发《新型数据中心发展三年行动计划（2021-2023 年）》

当前，随着 5G、云计算、人工智能等新一代信息技术快速发展，信息技术与传统产业加速融合，数字经济蓬勃发展，数据中心作为各个行业信息系统运行的物理载体，已成为经济社会运行不可或缺的关键基础设施，在数字经济发展中扮演至关重要的角色。

党中央、国务院高度重视数据中心产业发展。2020 年 3 月，中共中央政治局常务委员会明确提出“加快 5G 网络、数据中心等新型基础设施建设进度”。国家“十四五”规划纲要从现代化、数字化、绿色化方面对新型基础设施建设提出了方针指引，党中央、国务院关于碳达峰、碳中和的战略决策又对信息通信业数字化和绿色化协同发展提出了更高要求。

对标党中央、国务院的部署要求，当前我国数据中心还面临布局建设不优、算力算效不足、能源利用不充分、技术水平不高等问题，迫切需要引导传统数据中心向具备高技术、高算力、高能效、高安全特征的新型数据中心演进。在上述背景下，工业和信息化部出台《行动计划》，切实贯彻落实国家战略部署，统筹引导新型数据中心建设，推动解决现阶段短板问题，打造数据中心高质量发展新格局，构建以新型数据中心为核心的智能算力生态体系。

《行动计划》以 2021 年和 2023 年两个时间节点提出了分阶段发展量化指标，引导传统数据中心向新型数据中心演进。为科学衡量数据中心产业发展水平，加快把体量优势变为质量优势，《行动计划》强化了新型数据中心利用率、算力规模、能效水平、网络时延等反映数据中心高质量发展的指标，弱化了反映体量的数据中心规模指标。



### 三、工业和信息化部、中央网信办出台《5G 应用“扬帆”行动计划(2021-2023 年)》

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中全会精神，立足新发展阶段，贯彻新发展理念，构建新发展格局，面向实体经济主战场，面向经济社会数字化转型需求，统筹发展和安全，遵循 5G 应用发展规律，着力打通 5G 应用创新链、产业链、供应链，协同推动技术融合、产业融合、数据融合、标准融合，打造 5G 融合应用新产品、新业态、新模式，为经济社会各领域的数字转型、智能升级、融合创新提供坚实支撑。

到 2023 年，我国 5G 应用发展水平显著提升，综合实力持续增强。打造 IT（信息技术）、CT（通信技术）、OT（运营技术）深度融合新生态，实现重点领域 5G 应用深度和广度双突破，构建技术产业和标准体系双支柱，网络、平台、安全等基础能力进一步提升，5G 应用“扬帆远航”的局面逐步形成。

### 四、《北京市关于促进高精尖产业投资推进制造业高端智能绿色发展的若干措施》的通知

为加快建设国际科技创新中心，落实《北京市“十四五”时期高精尖产业发展规划》，保持疏解一般制造业和发展先进制造业的战略定力，促进产业基础再造提升和产业链优化升级，推进制造业高端、智能、绿色发展，特发表北京市关于促进高精尖产业投资推进制造业高端智能绿色发展的若干措施的通知。其中提出了十六项措施。

营造良好营商环境，鼓励民营、外资企业及国有企业等主体积极投资符合首都城市战略定位的高精尖产业，做大新一代信息技术和医药健康两个国际引领支柱产业，做强集成电路、智能网联汽车、智能制造与装备、绿色能源与节能环保等“北京智造”特色优势产业，抢先布局光电子、前沿新材料、量子信息等未来前沿产业。

整合制造业企业生产经营及土地、用工、能耗、排放等数据，分区域、分

行业建立要素资源投入产出评价体系，提高项目准入标准的精细化管理水平，引导要素资源向优质企业精准匹配。制作产业地图，发布各区(含北京经济技术开发区，下同)产业布局、工业用地分布、厂房楼宇点位、项目准入标准等内容，促进项目与要素资源、政策措施精准匹配。

## 五、广东省发布广东省智能制造生态合作伙伴行动计划（2021年）的通知

为贯彻习近平总书记以智能制造为主攻方向推动产业技术变革和优化升级的重要指示，落实省委、省政府关于推动制造业高质量发展、培育发展战略性新兴产业集群和战略性新兴产业集群的工作部署，制定广东省智能制造生态合作伙伴计划如下：选取智能制造生态合作伙伴，智能制造生态合作伙伴是指为我省战略性新兴产业集群和战略性新兴产业集群提升智能制造水平提供所需各类要素资源的单位，包括但不限于：智能制造装备领域、关键软件领域、信息网络基础设施领域、智能制造系统解决方案领域、行业组织领域、智能制造人才领域、智能制造金融服务领域、智能制造试点示范领域。

指定主要任务：建立省智能制造生态合作伙伴目录。广泛征集遴选省级智能制造生态合作伙伴，形成要素齐全、技术先进、服务优质的伙伴群，建立良好的智能制造生态环境。根据产业基础、智能化需求迫切程度不同，分集群分批分类建立广东省智能制造生态合作伙伴目录，并予以公布，对目录实行年度动态管理。加强智能制造公共服务平台建设。推动智能制造领域各类公共服务平台建设，重点强化针对各战略性新兴产业集群的智能制造资源整合及整体解决方案供应能力建设，成为智能制造生态合作伙伴中的主要纽带和关键节点。加强智能制造公共服务平台和各战略性新兴产业集群公共服务平台的交流合作，推动资源共享互通，共同打造开放性更强、供需衔接更紧的智能制造发展生态圈。开展智能制造生态合作需求对接。调研产业集群智能化改造需求，对相关信息进行汇总、分类及分析后，推荐给相关省智能制造生态合作伙伴，建立相关信息的跟踪反馈机制，推动供需双方进行有效对接。针对战略性新兴产业集群的主要集聚区，组织开展智能制造进集群专场活动，提高智能制造服务产业集群的整体

性和精准度等等。

## 六、上海市人民政府印发《关于本市“十四五”加快推进新城规划建设工作的实施意见》的通知

新城是上海推动城市组团式发展，形成多中心、多层次、多节点的网络型城市群结构的重要战略空间。国务院批复的《上海市城市总体规划（2017-2035 年）》（以下简称“上海 2035 总体规划”）明确，将位于重要区域廊道上、发展基础较好的嘉定、青浦、松江、奉贤、南汇等 5 个新城，培育成在长三角城市群中具有辐射带动作用的综合性节点城市。必须把新城高水平规划建设作为一项战略命题，抓住“十四五”关键窗口期，举全市之力推动新城发展。

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中全会精神，牢固树立和贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，全面落实构建“双循环”新发展格局要求，坚持从社会全面进步和人的全面发展出发，以“上海 2035 总体规划”为引领，着眼于谋划超大城市整体战略布局和城乡空间新格局，按照独立的综合性节点城市定位，统筹新城发展的经济需要、生活需要、生态需要、安全需要，将新城建设成为引领高品质生活的未来之城，全市经济发展的重要增长极，推进人民城市建设的创新实践区、城市数字化转型的示范区和上海服务辐射长三角的战略支撑点。

## 七、江苏省印发《江苏省“十四五”制造业高质量发展规划》

主要目标：到 2025 年，制造业在全省经济中的支柱地位和全国的领先地位巩固提升，实现创新高水平、制造高效率、供给高品质、结构更优化、区域更协调、环境更友好的高质量发展，掌握关键核心技术的国际一流自主品牌领军企业不断涌现，产业基础高级化和产业链现代化水平持续提高，重点先进制造业集群综合竞争力明显增强，率先建成全国制造业高质量发展示范区，基本建成具有国际竞争力的先进制造业基地。到 2035 年，全省制造业自主创新能力、全要素生产率、国际竞争力大幅提升，制造业与生态环境、社会发展等更加协

调，有力支撑我省在全国率先基本实现现代化。

质量效益迈上新台阶。制造业增加值占比保持基本稳定，重点先进制造业集群和产业链竞争力显著提升，高新技术产业产值、战略性新兴产业占规模以上工业比重分别达 48.5%、42%，制造业全员劳动生产率稳步提高。

创新引领实现新突破。企业创新主体地位更加突出，规模以上制造业企业研发投入强度保持 2%以上、保持国内领先水平，突破一批产业发展急需的技术瓶颈，在若干领域成为全国乃至全球技术创新、标准引领的策源地。

数字转型铸就新动能。全省两化融合发展水平继续保持全国领先，规模以上制造企业数字化转型加快普及，数字经济核心产业增加值占地区生产总值比重 10%以上，数字经济成为驱动经济增长的新动能。

绿色发展达到新水平。制造业能源资源利用效率进一步提高，绿色安全低碳技术装备普遍应用，企业清洁生产水平不断提升，单位工业增加值能耗比 2020 年降低 17%，鼓励部分行业碳排放尽早达峰，重点行业和企业绿色安全生产方式转型取得显著成效。

壮企强企取得新成果。领军企业引领带动作用不断增强，大中小企业协调融通发展，营业收入超百亿元工业企业 160 家，省级以上专精特新“小巨人”企业达到 3000 家，形成一批具有国际竞争力、占据价值链中高端的自主品牌企业。

## 八、重庆市人民政府印发《重庆市制造业高质量发展“十四五”规划（2021-2025 年）》

战略重点：培育打造具有国际竞争力的产业集群。发挥我市制造业规模优势、体系优势和部分领域先发优势，实施战略性新兴产业集群发展工程和支柱产业提质工程，深化战略性新兴产业与支柱产业互动发展，培育打造万亿级电子信息、五千亿级汽车、三千亿级装备、六千亿级材料、五千亿级特色消费品、千亿级生物医药等产业集群，构筑国家重要先进制造业中心核心支撑。

增强制造业创新整体效能。强化创新在制造业高质量发展中的核心作用和

企业在创新中的主体地位，围绕产业链配置创新链，健全制造业研发创新体系，丰富新应用场景，加快关键核心技术攻关和科技成果产业化，深入开展体制机制创新和企业管理创新，强化制造业高质量发展动力源泉。

提升产业基础能力和产业链供应链现代化水平。实施产业基础再造和产业链供应链现代化水平提升工程，围绕产业集群建设方向梳理重点产业链条，分链条做好战略设计和精准施策，统筹推进锻长板和补短板，全面提高基础领域产品质量和核心竞争力。持续开展补链强链，全力保障供应链稳定，提高产业链供应链韧性和根植性，夯实制造业高质量发展的根基。

促进制造业智能化、绿色化、人文化转型发展。深化新一代信息技术植入渗透，深入推进智能制造，发展服务型制造新模式，加快工业互联网创新发展，提升制造业数字化、网络化、智能化水平，促进制造业产业模式和企业形态根本性变革。加快绿色工厂和绿色园区建设，积极发展绿色产品和绿色供应链，促进资源循环利用，提升能源资源利用效率，降低污染物排放总量和碳排放强度，提高制造业绿色化发展水平。更加突出人的作用，促进劳动者更多参与制造技术的设计和部署，加强劳动者人机协作等技能培养和提升，提升工作环境的安全和包容性，吸引并留住更多人才，实现制造业高质量发展与人的全面发展相互促进。

## 九、浙江省人民政府印发《浙江省全球先进制造业基地建设”十四五“规划》

发展目标。到 2025 年，全省制造业比重保持基本稳定，发展生态更具活力，数字化、高端化、绿色化发展处于全国领先地位，重点标志性产业链韧性、根植性和国际竞争力持续增强，形成一批世界级领军企业、单项冠军企业、知名品牌、核心自主知识产权和国际标准，全球先进制造业基地建设取得重大进展。

全球先进制造新支点。制造业规模稳居全国前列，产业基础高级化、产业链现代化水平大幅提升，优势产业全球领导地位进一步巩固，发展质量和效益达到领先水平。

全球智能制造践行地。新一代信息技术与制造业深度融合，新产品新模式



新业态蓬勃发展，以“未来工厂”为引领、智能工厂（数字化车间）为主体的智能制造群体不断壮大，生产方式和企业形态实现根本性变革。

全国创新驱动新典范。制造业创新投入强度保持全国领先，高能级创新平台体系加快构筑，高素质人才队伍更加强大，自主关键核心技术取得重大突破，发明专利数量大幅增长。

全国绿色制造标杆地。制造业碳达峰工作取得重大进展，能源结构绿色升级、产业结构低碳调整、生产方式低碳循环成效显著，绿色制造体系加快构建。

全国营商环境最优省。全省营商环境便利度大幅提升，制造业成本持续降低，政策设计和实施方式与国际接轨，企业获得感和满意度进一步提升。

## 十、福建省做大做强做优数字经济行动计划（2022-2025 年）

主要目标。到 2025 年，全省数字经济增加值超过 4 万亿元，数字经济核心产业增加值占 GDP 的比重比 2020 年提高 3 个百分点，数字经济创新发展水平明显提升，形成一批具有国内外竞争力的数字产业集群，重点行业数字化、网络化、智能化转型取得明显成效，数字经济新业态新模式健康发展，数据要素实现有序流通和深度开发利用，新型基础设施支撑引领作用进一步凸显，开放、健康、安全的数字生态加快形成，数字营商环境不断优化，数字经济发展质量效益达到国内先进水平。

## 十一、山东省政府印发《山东省智能制造提质升级行动计划（2022-2025 年）》

主要目标。到 2025 年，构建以智能制造技术和装备高级化为“点”，车间、工厂、产业链多层次全链条智能化为“线”，智能制造区域发展协同化为“面”的“点线面”一体化发展新格局。全省智能制造发展基础和支撑能力显著增强，智能制造水平显著提升，新技术新模式广泛应用，基本构建起企业梯次发展、产业链条完善、公共服务齐全、产用深度融合的智能制造生态体系。

具体目标：

创新和供给能力进一步增强。研发突破一批智能制造关键技术，每年培育

30 项左右智能制造领域首台（套）重大技术装备和关键零部件。

支撑服务体系进一步完备。编制一批智能制造标准，每年培育 10 家左右智能制造系统解决方案供应商，打造一批智能制造关键设备、核心零部件等领域的单项冠军和专精特新“小巨人”，建设一批公共服务平台。

应用水平和发展能级进一步提升。每年培育 20 家以上智能制造标杆企业，建设 100 家以上智能工厂（数字化车间、智能制造场景），重点领域和行业智能化水平走在全国前列。试点示范项目运营成本降低 20%、生产效率提高 20%以上、产品不良品率降低 10%、能源利用率提高 13%以上。

## 十二、广东省人民政府关于印发广东省制造业数字化转型实施方案及若干政策措施

到 2023 年，战略性支柱产业集群和战略性新兴产业集群加快数字化转型，全省制造业数字化、网络化、智能化水平明显提升，新模式、新业态广泛推广，产业综合实力显著增强。

数字化转型成效进一步凸显。推动超过 3 万家规模以上工业企业运用新一代信息技术实施数字化转型，带动 80 万家企业上云用云降本提质增效，培育一批制造业数字化转型标杆企业。

基础设施体系进一步完善。基本建成覆盖重点行业的工业互联网网络基础设施，5G 在工业领域深化应用，建成 50 个以上工业互联网标识解析二级节点，初步构建健康有序的标识解析体系。

技术创新能力进一步增强。突破一批工业互联网网络、平台、安全领域关键技术，工业芯片、工业软件、工业控制系统等供给能力显著增强。

产业生态体系进一步健全。引进培育 500 家左右制造业数字化转型服务商，打造 5 家左右国家级跨行业、跨领域工业互联网平台，20 家左右特色专业型工业互联网平台；建立较完善的工业互联网安全保障体系。

到 2025 年，战略性支柱产业集群和战略性新兴产业集群数字化水平显著提升，广东省工业互联网国家示范区引领作用显著，推动超过 5 万家规模以上工业企业运用新一代信息技术实施数字化转型，带动 100 万家企业上云用云降本

提质增效，以数字化引领制造业质量变革、效率变革、动力变革，形成大中小企业融通发展的产业生态。

## 第十篇 中国智能制造优秀案例

为贯彻落实习近平总书记关于实施创新驱动发展战略的重要指示精神，为加速我国制造业转型升级、提质增效，国务院发布实施《中国制造 2025》，并将智能制造作为主攻方向，加速培育我国新的经济增长动力，抢占新一轮产业竞争制高点。以数字化、网络化、智能化为特点的智能制造业已成为重要的发展趋势。

为进一步推动智能制造相关技术的落地发展，梳理企业在智能制造方面的基础及智能制造实施成效，宣传企业在智能制造解决方案方面取得的成绩，中国高科技产业化研究会智能制造产业促进中心面向行业重点企业单位征集了一批 5G 与智能制造实施优秀案例，系统展示了制造企业开展智能制造探索与实践的具体做法和取得的成效，供参考借鉴。

### 一、东南工业互联网平台

东南工业互联网平台是由四省边际中心城市衢州市的数字经济“壹号院”东南数字经济发展研究院，依靠自身工业数字孪生核心技术，依托浙江省衢州数字经济（智慧产业）产业创新服务综合体，建设的区域级跨行业型工业互联网平台。平台以工业数字孪生体共性模型构建基础底座，以元设计、元制造、元装备、元培训、元能耗等关键应用打造价值场景，重点面向新材料、新能源、集成电路、智能装备、生命科学、特种纸等区域六大主导产业链，为头部及中小企业提供未来工厂、智能工厂、数字化车间等产业数字化服务。

当前已吸引博依特、蓝卓等国内工业平台领先服务商，以及砖助智连等本地先进数字化服务商，以打造覆盖专有云计算资源服务、共性模型集成开发、工业智能产品供给、数字化方案定制、以及企业数字化应用服务等一体化的区域性工业互联网服务能力为目标，为衢州及四省边际周边工业企业及应用开发商提供端到端制造业数字化赋能支持。

东南工业互联网平台已建设 4 个子平台，98 个应用功能模块，116 个行业共性模型，引入 12 家生态伙伴；平台已服务企业 184 家，其中上市企业 8

家，共计提供服务 2162 次；平台正建设未来工厂 3 家，智能工厂 3 家，数字化车间 6 家，智能仓库 1 家，数字化工段 2 家，智能装备 1 家；平台在建的上云工厂数 15 个，产线数 33 条，设备数 158 台，设备数据采集点 13179 个，能源数据采集点 708 个。



图 10-1 东南工业互联网平台系统架构图

**商业模式：**基于政府支持及本地化服务能力，快速连接区域主导产业集群，打造行业示范性标杆，并通过平台能力实现区域内企业上云规模化复制。与平台生态资源伙伴构建多元融合的产品生态体系，将平台数字孪生核心技术及场景应用实现模块化、组件化的快速复制能力，针对行业面向全国推广数字化、智能化的工业数字孪生软件产品及服务。

## 二、华为云工业互联网平台 FusionPlant

依托自身技术实力，华为工业互联网布局已涉及边缘层、基础设施层、通用系统和平台领域，由华为云自营可信 IaaS 与工业 PaaS，为企业数字化发展搭建稳定可靠的基层框架。在 PaaS 层，华为重点打造两个开源的操作系统，欧拉系统应用于云基础设施、边缘计算、服务器等，鸿蒙系统应用于物联网终端、智能终端、工业终端等。此外，华为云采用合作开放的模式，在终端设备和工业应用领域聚合生态合作伙伴，将合作伙伴的 SaaS 产品纳入华为云平台严选产品，共建工业互联网生态。



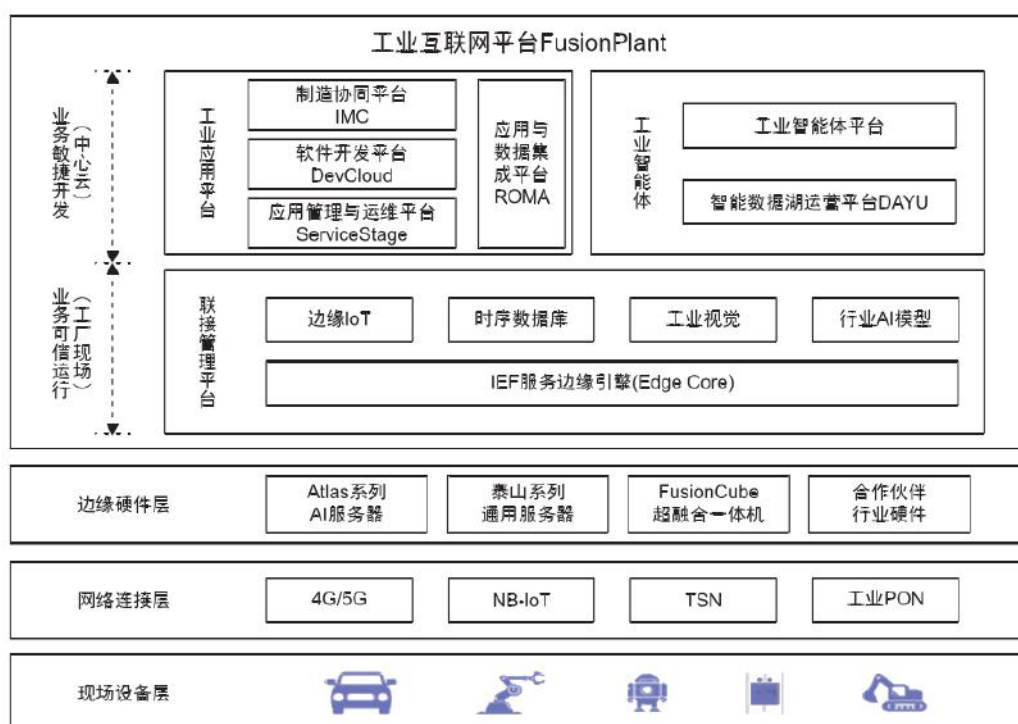


图 10-2 华为云工业互联网平台系统架构图

商业模式：通过争取政府支持落地运营公司，组建促云团队，为当地企业提供定制化解决方案，待积累一定的行业共性信息后择机深入进行产业联动。目前，华为云已落地多个区域工业互联网平台，整合政府、ISV、合作伙伴等多方资源，为当地企业提供云迁移、云管理、云咨询等服务，生态各方共享收益成果。

### 三、海尔卡奥斯工业互联网平台 COSMOPlat

海尔卡奥斯工业互联网平台 COSMOPlat 是完全具备自主知识产权的工业互联网平台，实现了用户全流程参与工业生产过程。背靠海尔 30 多年的商业逻辑和数字化转型经验，卡奥斯构建起企业与资源零距离接触的工业新生态，以平台 + 数据 + 生态为核心，聚焦 G 端、B 端市场，提供多行业快速灵活部署服务，推动产业数字化、数字产业化发展。

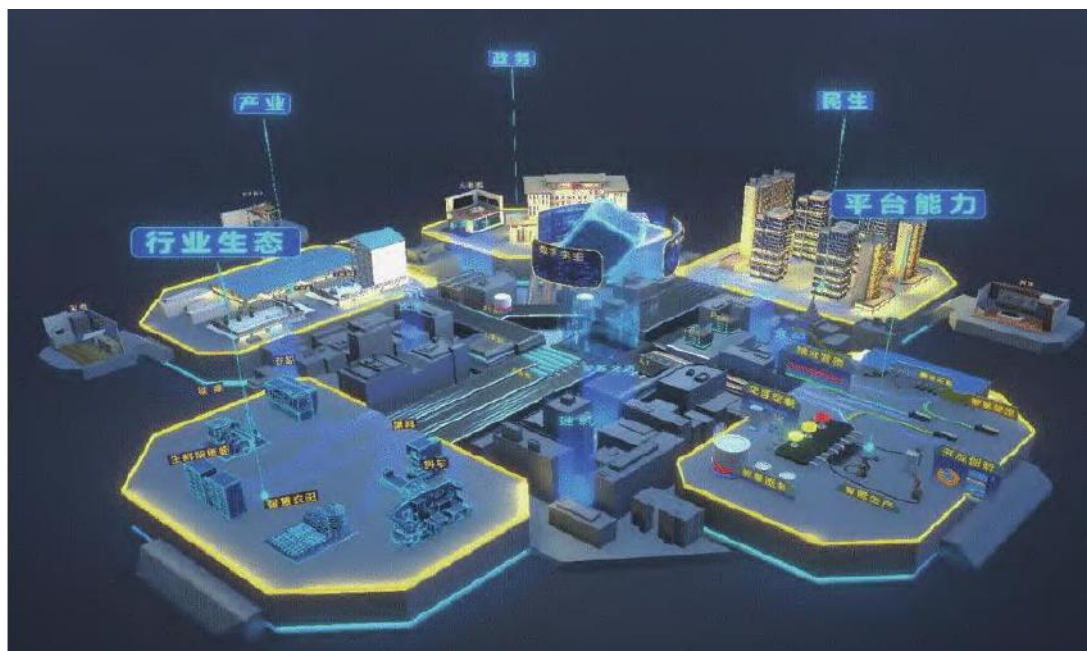


图 10-3 海尔卡奥斯工业互联网平台 COSMOPlat 概念图

商业模式：平台能够同时汇聚 B 端全流程业务数据、C 端用户行为数据，通过批量化定制开发的模式创新，物联网、云计算等信息技术与制造技术相融合的技术创新以及跨行业、跨领域的小微创业机制创新，成为孵化平台、双创平台、赋能平台。

#### 四、双星胎联网“智慧云”平台获评为工信部工业互联网平台创新领航应用案例

青岛双星轮胎工业有限公司（简称双星）胎联网“智慧云”平台创新应用项目于 2021 年入选工信部工业互联网平台创新领航应用案例名单。

双星胎联网“智慧云”平台是双星基于物联网、人工智能、云计算和大数据等信息技术的开发及应用，搭建以数字化、资产化、服务化和 5G 特征为中心的“胎联网”生态体系，可实现轮胎的全生命周期管理，为用户提供轮胎诊断、轮胎选择和维护保养等多元化开放服务。

双星胎联网“智慧云”平台在应用过程中可做到胎温、胎压、行驶路线、路况、载重、磨损数据的实时在线监测，并将数据传输到系统后台，以实现轮胎、车辆、物流车队、轮胎企业之间的信息链接。此外，“胎联网”还可以与车联网相关技术衔接，实现自动预警，让行驶更安全、更节能，帮助物流企业大

幅降低轮胎使用成本和油耗。通过该平台的使用可提高轮胎及整车的安全性能，更好地为用户定制个性化轮胎产品与服务，打造独具特色的产业服务市场，推动行业服务业态与服务模式创新，全流程降低轮胎使用的综合成本，实现用户、供应商、服务商及平台多方共赢。

成功入选工信部工业互联网平台创新领航应用案例名单，体现了双星“胎联网”平台在工业互联网领域取得的成效获得广泛认可。双星轮胎通过“智慧轮胎”+“胎联网”，为物流运输企业提供轮胎全流程服务解决方案，打造全国领先的轮胎全流程解决方案服务商。