

**“5G+云+AI”：  
数字经济新时代的引擎**

中国信息通信研究院  
2019年12月

---

## 版权声明

---

本研究报告版权属于中国信息通信研究院，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本研究报告文字或者观点的，应注明“来源：中国信息通信研究院”。违反上述声明者，本院将追究其相关法律责任。

CAICT 中国信息通信研究院

# 前 言

当前，数字经济正席卷全球，带动经济社会迈入新时代。2018年我国数字经济总量达到 31.3 万亿元，占 GDP 比重达到 34.8%。数字经济对我国国民经济发挥关键力量的同时，也驱动着产业向着网络化、平台化和智能化的方向不断发展。

“5G+云+AI”成为推动数字经济发展的引擎。5G 的可靠网络、云计算的海量算力、AI 的应用智能正相互协同，深入到各行各业之中，创造出新的业务体验、新的行业应用以及新的产业布局。从数字政务到智慧城市，从工业自动控制到农业智慧管理，“5G+云+AI”的融合创新发展将打开千百行业的新发展空间，为政企转型和产业升级注入新的动力。

本研究报告阐述了“5G+云+AI”如何驱动数字经济发展以及推动各产业数字化转型。报告首先梳理了我国数字经济发展状况，分析了 5G、云计算、AI 三者融合创新在数字化转型过程中的作用。报告结合具体应用场景，从企业转型、赋能政府、产业升级三个角度对“5G+云+AI”的价值进行了分析，并对“5G+云+AI”的发展提出建议。

# 目 录

一、数字经济新时代已来.....	1
(一) 全球进入数字经济新时代.....	1
(二) 数字经济成为我国经济的重要组成.....	2
(三) 技术进步驱动产业数字化转型不断深入.....	5
二、“5G+云+AI”成为数字经济新时代的重要引擎.....	6
(一) 5G 让联接无处不在.....	7
(二) 云让计算触手可及.....	11
(三) AI 让智能无所不及.....	15
(四) “5G+云+AI”技术融合加速数字溢出.....	20
三、“5G+云+AI”带来新体验、新模式、新产业.....	22
(一) 构建数字化业务体验，推动企业生产方式变革.....	22
(二) 创新数字政务新模式，提高城市资源整合效能.....	23
(三) 促进要素配置智能化，加速释放产业爆发力.....	24
四、“5G+云+AI”赋能千行百业智能化升级.....	26
(一) 智慧城市：提升城市管理效能.....	26
(二) 智能制造：促进工业柔性生产.....	28
(三) 智慧交通：重塑交通出行体验.....	29
(四) 智慧能源：优化能源设施管理.....	31
(五) 智慧金融：变革金融业务流程.....	32
(六) 智慧医疗：完善医疗资源配置.....	33
(七) 智慧文娱：颠覆人机交互方式.....	35
五、发展建议.....	36
附件一：参考文献.....	40

# 一、数字经济新时代已来

## (一) 全球进入数字经济新时代

从农业时代、工业时代到信息时代，纵观世界文明史，每一次科技革命和产业变革都推动了生产力的大幅跃升和人类文明的巨大进步，技术力量不断推动人类创造新的世界，人类正站在一个新的时代到来的前沿。而数字经济作为信息时代新的经济社会发展形态，更容易实现规模经济和范围经济，日益成为全球经济发展的新动能。数字经济是以数字化的知识和信息为关键生产要素，以数字技术创新为核心驱动力，以现代信息网络为重要载体，通过数字技术与实体经济深度融合，不断提高传统产业数字化、智能化水平，加速重构经济发展与政府治理模式的新型经济形态。



图 1 数字技术发展推动全球进入数字经济时代

当前，数字经济正在由消费互联网向产业互联网转变。随着全球数字经济发展的进程不断深入，数字化发展进入了动能转换的新阶段，数字经济的发展重心由消费互联网向产业互联网转移，数字经济正在

进入一个新的时代。产业互联网指的是传统产业借力 5G、云计算、AI、大数据、物联网等新兴数字技术，提升内部效率和对外服务能力，实现跨越式发展，其本质要推动企业主体利用数字技术提升效率和优化配置，同时将产业上下游的企业各个体和数据连接起来。

**全球产业互联网发展尚处于起步阶段。**市场普遍认为，未来数十年，产业互联网将有着不可估量的市场容量。从通信、互联网，再到建立在相应软硬件基础上的数字经济生态，产业互联网的迅速发展，使得传统行业的数字化、智能化水平不断提高。但是，产业互联网涉及节点、环节众多，同时行业高壁垒导致跨行业整合难度大，市场集中度将比消费互联网低，这意味着行业发展机会要更多，同时需要以更加开放的形式来分工协作，共同推动产业发展。

## **(二) 数字经济成为我国经济的重要组成**

以数字技术为代表的多领域、群体性加速突破，实体经济利用数字经济广度深度不断扩展，新模式新业态持续涌现，经济成本大幅降低、效率显著提升，数字经济发展迅速，并已经成为促进我国经济发展的新动能。由中国信息通信研究的测算数据显示，2018 年我国数字经济总量达到 31.3 万亿元，占 GDP 比重超过三分之一，达到 34.8%，占比同比提升 1.9 个百分点。数字经济蓬勃发展，推动传统产业改造提升，为经济发展增添新动能，2018 年数字经济发展对 GDP 增长的贡献率达到 67.9%，贡献率同比提升 12.9 个百分点，超越部分发达国家水平，成为带动我国国民经济发展的核心关键力量。

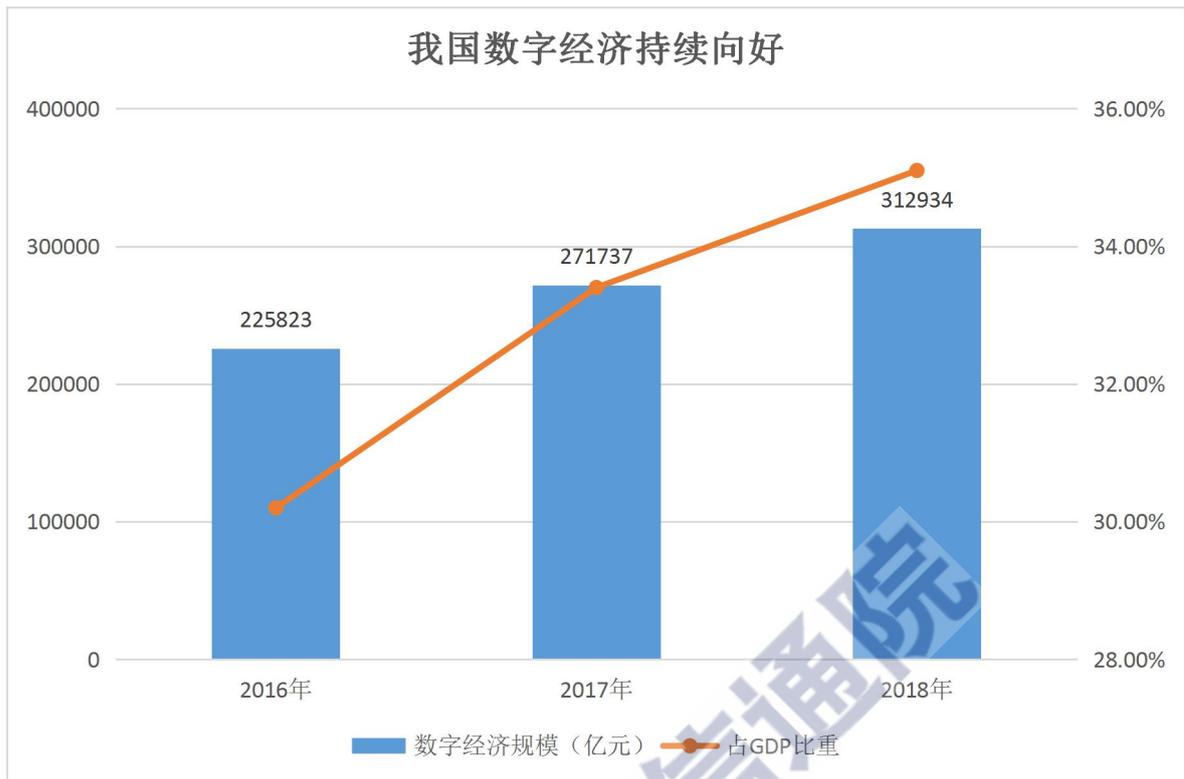
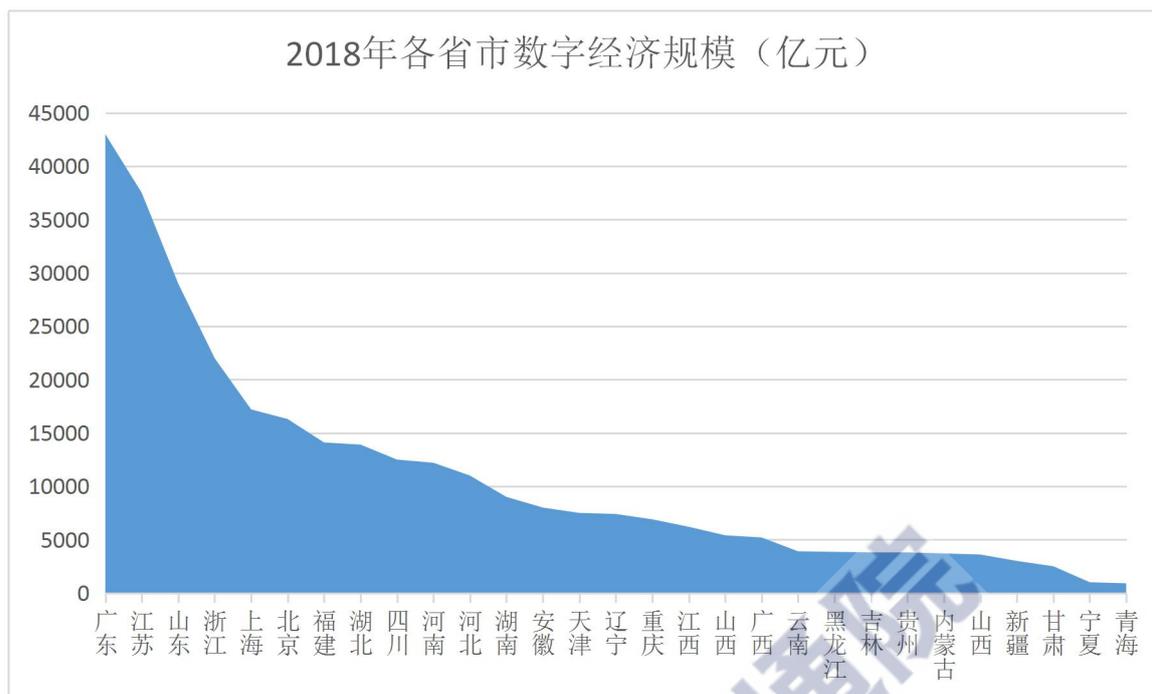


图 2 我国数字经济规模与占 GDP 比重

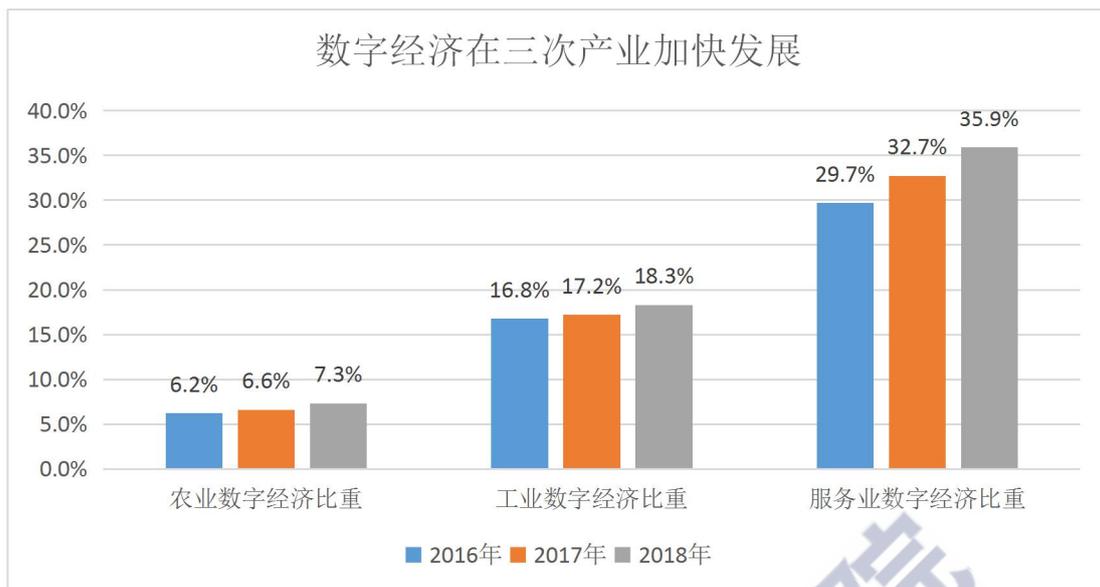
**各地数字经济总量稳步提升。**继 2017 年全国有 10 个省市数字经济规模跨越万亿元大关之后，2018 年河北省数字经济规模也超过万亿元，其中，广东全国领先，数字经济规模超过 4 万亿元，江苏位列第二，规模超过 3 万亿元，山东、浙江紧随其后，数字经济规模超过 2 万亿元，上海、北京、福建、湖北、四川、河南、河北数字经济规模均超过 1 万亿元。其余省市数字经济规模与 2017 年相比，均有不同程度提升，大部分省市数字经济规模均介于 1000 亿-10000 亿元之间，宁夏、青海数字经济规模介于 600 亿-900 亿元之间。



数据来源：中国信息通信研究院

图 3 2018 年各省市数字经济规模

各行业数字经济发展水平存在较大差异，表现出第三产业优于第二产业、第二产业优于第一产业的特征。2018 年，服务业、工业、农业中数字经济占行业增加值的比重（以下简称“数字经济比重”）分别为 35.9%（不含信息通信服务业、软件和信息技术服务业）18.3%（不含电子信息制造业）和 7.3%。工业数字化加快增长，农业、服务业数字经济增速保持稳定。2018 年，工业数字经济比重的提升幅度高于去年 0.7 个百分点，农业、服务业提升幅度较去年增长约为 0.3 个百分点。



数据来源：中国信息通信研究院

图 4 数字经济在三次产业加快发展

### （三）技术进步驱动产业数字化转型不断深入

产业数字化转型是指产业所包含的行业与企业与数字技术全面融合，提升效率的经济转型过程，即利用数字技术，把各生产要素、各生产环节全部数字化，通过对数字世界的仿真模拟、设计优化等操作，推动技术、人才、资本等资源配置优化，推动业务流程、生产方式重组变革，从而提高产业效率。

产业数字化转型与升级需要新兴数字技术作为“源动力”，也是不可逆转的历史潮流。究其根源，消费者正在以新的方式使用数字技术，他们的生产方式、生活方式、交往方式、思维方式、行为方式正在发生变化，他们期望企业及时提供更高质量，顺畅的客户体验和更低成本的服务。消费者不断变化的需求与企业产能过剩的现状是相悖的，企业亟需产业数字化转型带来的新经济、新业态、新模式去创造新的价值，这就要求新兴技术优化供给侧架构，释放产能，提升价值，技

术进步驱动产业数字化转型的意义即在于此。

**以 5G、云计算、AI 为代表的新兴技术是企业数字化转型的重要支撑点。**传统的以生产为主导的商业经济模式已无法支撑企业降本增效的需求，数据驱动企业运营模式发生变革已经成为必然的趋势。随着数字经济新时代的到来，传统技术并不能很好地满足产业在网络化、平台化、智能化等方面的需求，如：**4G** 时代网络的带宽和延迟不足以支撑终端和中央无缝的联接；私有部署的传统计算无法实现算力资源规模化的整合；简单人工神经网络有限的准确率不能满足产业内对智能应用的高精度要求。而以 **5G、云计算、AI** 为代表的新兴技术的发展和应用，为传统企业由电子化到信息化再到数字化搭建阶梯，通过其技术上的优势帮助企业在传统业态下的设计、研发、生产、运营、管理、商业等领域进行变革与重构，进而推动企业重新定位和改进当前的核心业务模式，完成数字化转型。

## 二、“5G+云+AI”成为数字经济新时代的重要引擎

随着新技术、新模式、新业态对传统产业冲击的不断加强，数字化转型已经成为全球企业的共识，面对着数字化转型的浪潮，新兴数字技术的支撑作用体现的愈发明显：**5G** 技术以低时延、大带宽、广连接的优势，结合行业各种场景，为体验和应用带来质的飞跃，将深刻地改变人类社会的发展进程；云计算作为其中重要的力量，将汇聚更多样化的算力和应用，让政府与企业进入上云的快车道，加速产业的智能升级；基于优秀的算法，海量的数据，以及云端丰富的算力，**AI** 将为各个产业带来巨大的变革。

在 5G、云计算、AI 的引领下，行业越来越丰富、数据量越来越大，这就需要多元新架构的支撑，5G、云计算、AI 的融合创新发展已成为必然。“5G+云+AI”技术融合将加速数字溢出，并成为数字经济新时代的重要引擎。

### **(一) 5G 让联接无处不在**

移动通信技术的不断升级，加速了社会数字化发展的进程。1G 时代，采用模拟信号传输，通信时面临安全性差和易受干扰等问题，且各个国家的 1G 通信标准不一致不能全球通信。2G 从模拟调制进入到数字调制，手机具备了上网功能，但是传输速率很慢每秒 10-15kb。随着图片和视频的传输需求的诞生，人们对于通信传输速率的要求也日趋高涨，于是 3G、4G 相继而生。3G 的通信标准将信息的传输速率提高了一个数量级，上网成为了手机的主要功能。4G 相对于 3G 速率进一步提升，可以快速地传输高质量的图像、音频和视频等，满足用户对于无线网络服务的要求。但是，随着用户日益增长的使用需求，以及智能化设备的登场，未来数据流量必然会爆发式增长。目前每个 4G 用户每人每月大约需要 3G 左右流量，如果运营商全面开放 4G 上网套餐，则至少需要 20G 才能满足用户需求，以 4G 的网络能力肯定是无法承受的，从根本上解决用户日益增长的使用需求与运营商网络提供能力不足的矛盾，最好的解决方式就是 5G。

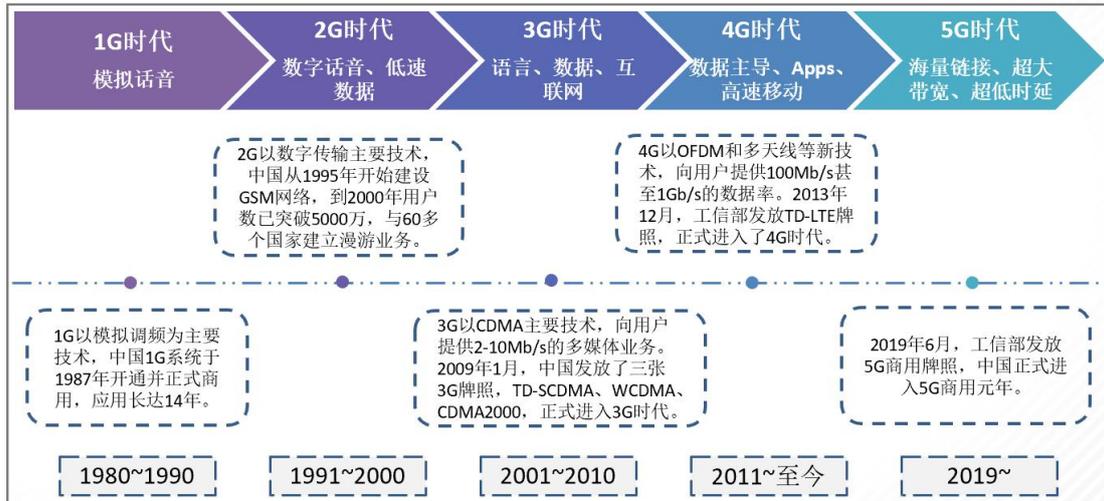


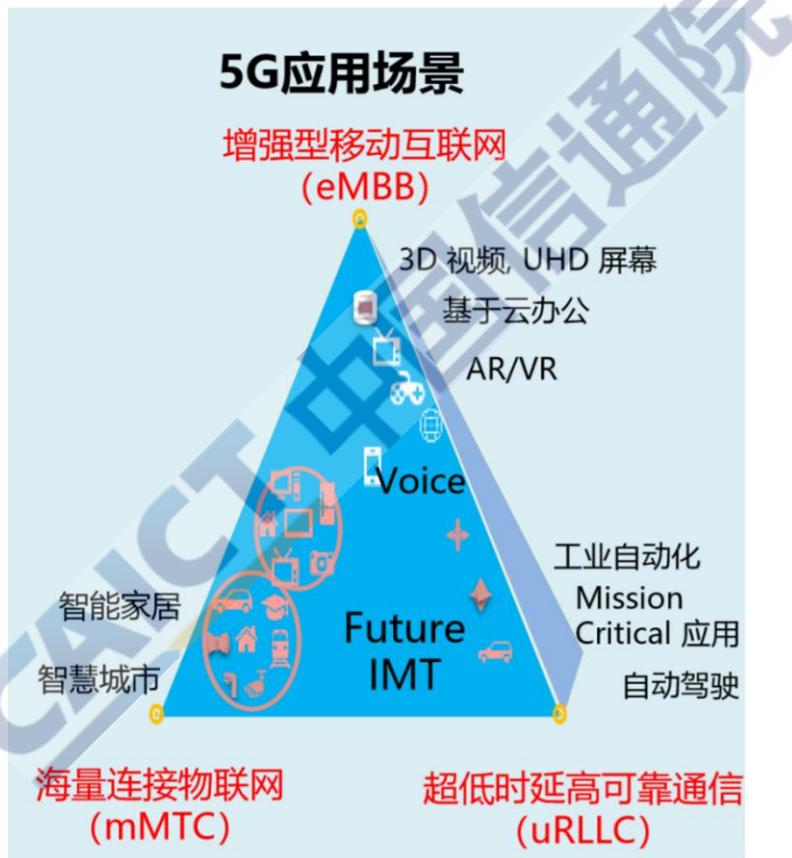
图 5 通信发展历程

5G 有三大特性：大带宽高速率、低时延高可靠和海量连接。网络速度提升，用户体验与感受才会有较大的提高。5G 速率较 4G 全方位提升，下行峰值速率可达 20Gbps，上行峰值速率可能超过 10Gbps。对网络速度要求很高的业务能在 5G 时代被推广，例如，云 VR 的呼声一直很高，但是目前 4G 速度不足以支撑云 VR 对视频传输和即时交互的要求，用户还是需要依靠昂贵的本地设备进行处理。依托于 5G 的高速率，云 VR 将能够获得长足发展。5G 支持单向空口时延最低 1ms 级别、高速移动场景下可靠性 99.999% 的连接。5G 超低时延的特性可以支持敏感业务的调度，为车联网、工业控制、智能电网等垂直行业，提供更安全、更可靠的网络连接。同时，使得自动驾驶、远程医疗等应用场景走向现实。5G 网络每平方公里百万级的连接数使万物互联成为可能。5G 网络面向的不仅仅是个人用户，还有企业用户和工业智能设备，5G 将为 C 端和 B 端的用户或智能设备提供网络切片、边缘计算等服务。5G 每平方公里百万级数量的连接能力和多种连接方式，拉近了万物的距离，实现了人与万物的智能互联。

场景	关键特性
大带宽高速率eMBB	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 用户体验速率：1 Gbps</li> <li>• 峰值速率：上行20 Gbps，下行10 Gbps</li> <li>• 流量密度：每平方米10Mbps</li> </ul>
低时延高可靠uRLLC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 空口时延：1毫秒</li> <li>• 端到端时延：毫秒量级</li> <li>• 可靠性：接近100%</li> </ul>
海量连接mMTC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 连接数密度：每平方公里100万台</li> <li>• 超低功耗，超低成本</li> </ul>

数据来源：IMT-2020（5G）

图 6 5G 关键特性



来源：ITU

图 7 5G 关键特性对应的应用场景

随着 5G 商用牌照的发放和 5G 网络建设的大范围铺开，我国 5G 商用开局良好。截至今年 7 月，全国各省市共发布 5G 相关政策文件 35 个，加速 5G 在工业互联网、交通、医疗等多个行业创新应用场景，

5G 时代已来。产业发展方面，5G 产业链上游设备厂商着手开发和生产 5G 设备、运营商密集建设 5G 网络、先行终端厂商接踵发布 5G 手机，同时，通信行业与垂直行业加紧开发 5G 应用。截至今年 7 月，全国范围内已建成 5G 基站 3.8 万个，预计至 2019 年底，全国 5G 基站建设总数将进一步增加。5G 消费类终端仍将以智能手机为主要形式，同时智能穿戴设备、智能家居、智能工业应用等终端正在逐渐丰富。标准方面，5G 技术标准是一个渐进的过程，2018 年 6 月 5G 第一个版本标准完成了增强移动宽带场景，2020 年 3 月 5G 第二版本标准将完成低时延高可靠场景。在 5G 标准制定中，我国厂商做出了重要贡献，并且掌握较高比例的核心标准，在 5G 标准推进速度、推进质量方面均位居世界前列。

**5G 将拉动产业链上下游高速持久的经济增长，带动我国实体经济转型为社会带来价值。**据中国信息通信研究院测算，预计 2020-2025 年期间，我国 5G 商用将直接带动经济总产出 10.6 万亿元，直接创造经济增加值 3.3 万亿元；间接带动经济总产出约 24.8 万亿元，间接带动的经济增加值达 8.4 万亿元；就业贡献方面，预计到 2025 年，5G 将直接创造超过 300 万个就业岗位。由此可见，5G 对于经济增长的贡献潜力巨大，5G 技术在改变人民日常的生活和生产方式，甚至会给社会带来根本性的变革。未来，5G 将成为全面构筑经济社会数字化转型的关键基础设施。

**5G 使得海量数据的有效传输成为可能，为垂直行业的高质量发展带来新契机。**自动驾驶、智慧城市、智能家居等垂直应用已经走了

很长一段时间，但暂时还没有取得突破性的发展。其中关键问题就在于网络连接，在现有的网络下，虽然速度一直在提升，但由于功耗高、可用频段少和高时延等限制，很难将所有硬件设备连接在一起，它们只是单独获得了连接能力，而并没有实现真正的连动。5G 的多种连接技术可支持海量机器类通信，满足机器类通信所需的低成本和低功耗要求。其次，在万物具备互联能力的基础上，大连接、低时延的 5G 网络可以实时传输前端设备产生的海量数据，提升数据采集的及时性，为流程优化、能耗管理提供网络支撑。5G 具有媲美光纤的传输速度、万物互联的泛在连接和接近工业总线的实时能力，同时 5G 可以与云计算、人工智能技术深度融合，向垂直行业领域加强渗透，为垂直行业的高质量发展带来新契机，助推城市的智能升级和企业数字化转型。

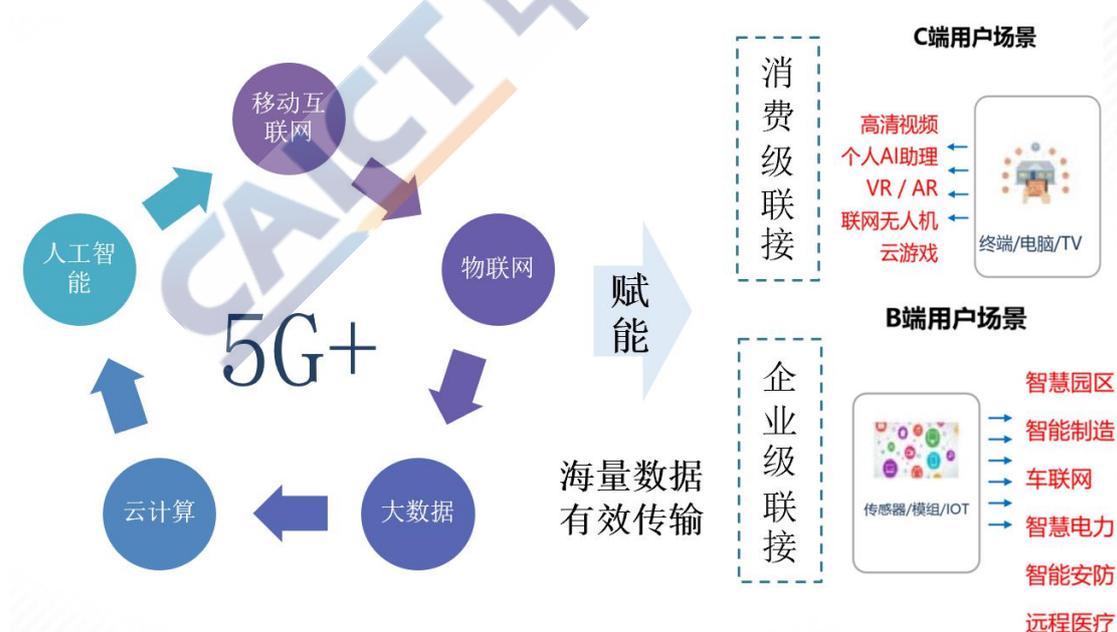


图 8 5G 赋能消费级和企业级应用

## (二) 云让计算触手可及

如果从 2006 年 IBM 和谷歌联合推出云计算这个概念开始算起，

云计算已经进入了第二个十年，在第一个十年里，云计算从被质疑到成为新一代 IT 标准，从单纯技术上的概念到影响到整个业务模式。虽然到目前为止，还有很多不成熟的地方值得探索，但云计算在第一个十年里已经正式确立了它的地位，已经被广泛接受并实践。现如今，我们正处在一个全新的时代，数据呈现爆炸性增长，人类对计算的需求大大增加，并且希望随时随地获取，这将直接推动云计算成为数字经济时代的新型信息基础设施，并作为公共服务支撑下一波数字经济的发展，推动人类走入数字化时代。

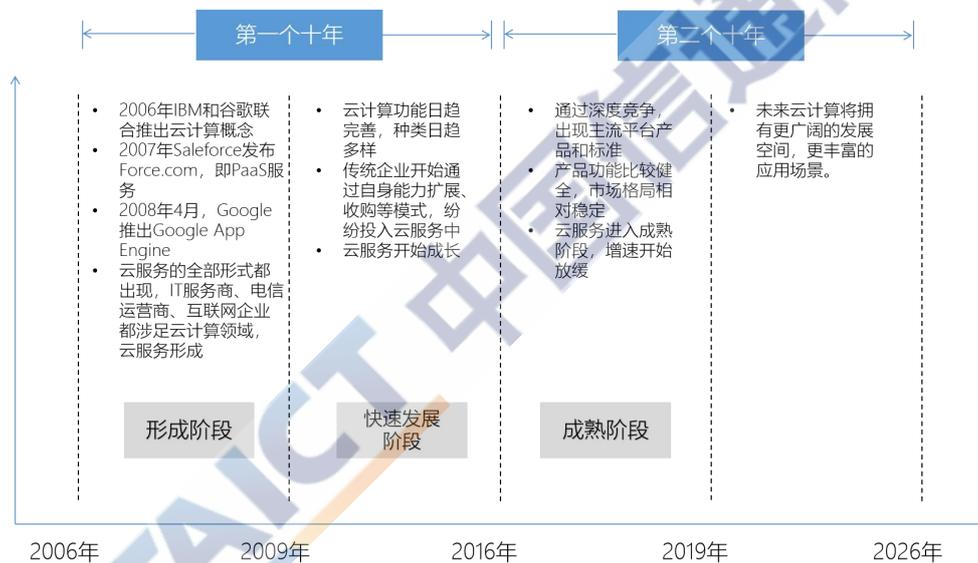


图 9 云计算发展历程

随着云计算的不断发展，云计算的服务模式也在不断调整。IT基础设施被要求更大规模的扩展、更高的密度、更低的功耗以及更低的成本，同时要有灵活、弹性、直观与深入的管理方式，并以标准化、通用化的形式将服务提供给客户，这将很大程度上解决传统计算的服务模式固化、资源整合能力不足、资源分配时间成本高、平台化效率低等问题。云计算发展至今，其特点主要呈现为以下几个方面：

(1) 虚拟化。云计算支持用户在任意位置、使用各种终端获取

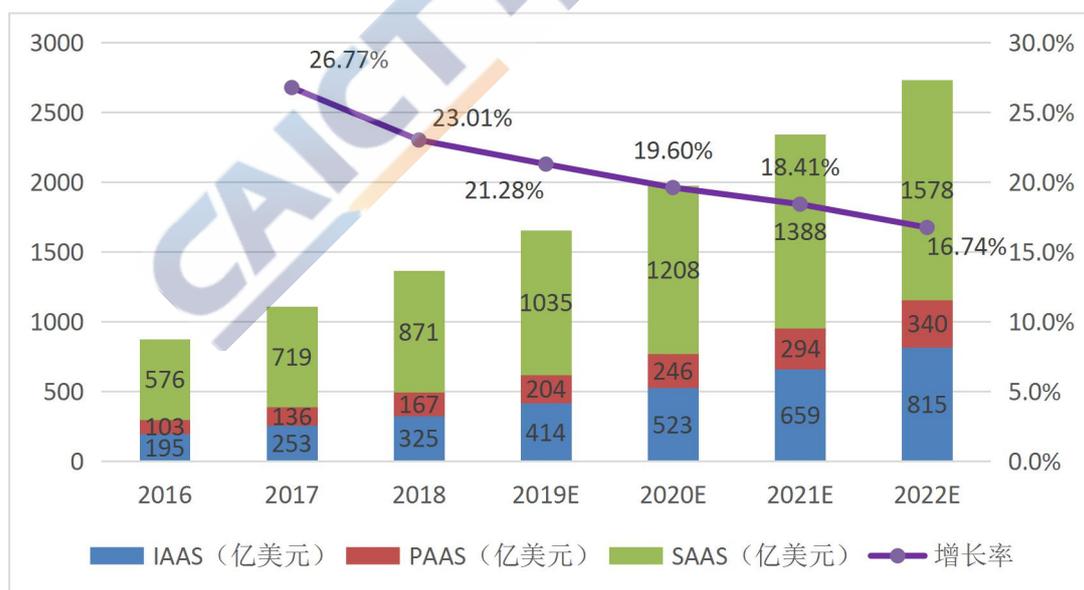
应用服务。

(2) 规模化整合。云里的资源非常庞大，在一个公有云中可以有几十万甚至上百万台服务器，在一个小型的私有云中也可拥有几百台甚至上千台服务器。

(3) 高可靠性。云计算使用了多副本容错技术、计算节点同构可互换等措施来保障服务的高可靠性，使用云计算比使用本地计算机更加可靠。

(4) 高可扩展性。云计算具有高效的运算能力，在原有服务器基础上增加云计算功能能够使计算速度迅速提高，最终实现动态扩展虚拟化的层次达到对应用进行扩展的目的

(5) 按需服务。云计算是一个庞大的资源池，使用者可以根据需要来进行购买。



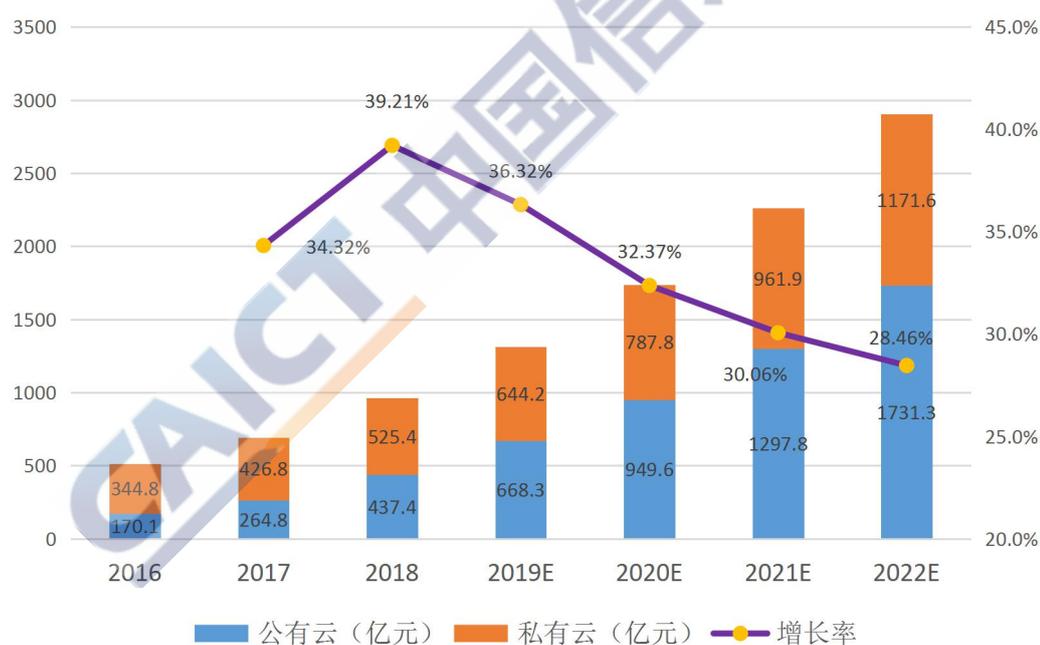
数据来源：中国信息通信研究院

图 10 全球云市场规模及增速

云计算进入成熟期，全球云计算市场规模总体呈稳定增长态势。

2018年，以IaaS、PaaS和SaaS为代表的全球公有云市场规模达到1363亿美元，增速23.01%。未来几年市场平均增长率在20%左右，预计到2022年市场规模将超过2700亿美元。

我国公有云市场保持高速增长，私有云市场增速趋于稳定。2018年我国云计算整体市场规模达962.8亿元，增速39.2%。其中，公有云市场规模达到437.4亿元，相比2017年增长65.2%，预计2019-2022年仍将处于快速增长阶段，到2022年市场规模将达到1731.3亿元；私有云市场规模达525.4亿元，较2017年增长23.1%，预计未来几年将保持稳定增长，到2022年市场规模将达到1171.6亿元。



数据来源：中国信息通信研究院

图 11 我国云计算市场规模及增速

我国云计算应用正从互联网行业向政务、金融、工业、轨道交通等传统行业加速渗透。政务行业是云计算应用最为成熟的领域，全国超九成省级行政区和七成地市级行政区均已建成或正在建设政务云

平台；金融行业是云计算深化应用的重要突破口，《中国银行业信息科技“十三五”发展规划监管指导意见》（征求意见稿）指出，到“十三五”末期，面向互联网场景的主要信息系统尽可能迁移至云计算架构平台；工业云是推动两化深度融合、发展工业互联网的关键抓手，在国家政策的指引下，全国各地地方政府纷纷进行工业云发展规划，积极推进工业云的发展；轨道交通是城市运转的命脉，轨道交通信息化已经成为国家信息化重要布局，轨道交通云正处于蓬勃发展、方兴未艾的关键时期。

### **云计算正成为政府和企业实现数字化转型的重要信息基础设施。**

对于政府来说，一方面，云计算助力政府打破信息孤岛，实现数据共享共治，通过电子政务云平台，提高电子政务信息共享的效率，扩大信息共享范围；另一方面，依托云平台有效推动“互联网+政务服务”建设，极大提升了政务服务的便捷性；对于企业来说，信息化成为不少传统企业的短板，云计算能够大幅降低企业信息化建设成本，有效降低了企业的时间成本和资源成本，逐渐颠覆传统行业 IT 部署的方式。除此之外，云计算帮助企业优化运营管理流程，企业利用云资源可以实现弹性扩张，依托云计算资源池的共享机制，有效解决了企业业务量波动性强带来的成本不可控问题，帮助企业实现降低运营支出。

### **（三）AI 让智能无所不及**

AI，即人工智能，可以理解为用机器不断感知、模拟人类的思维过程，使机器达到甚至超越人类的智能。随着以深度学习为代表的技术的成熟，人工智能开始应用到数字经济的各个组成部分，促进产业

内价值创造方式的智能化变革。

自诞生至今 60 多年的历史中，各行业专家学者们进行了大量探索与实践，AI 的发展也经历了多次起伏。AI 最早于 1956 年夏天美国达特茅斯大学的一场学术会议中提出并获得肯定，标志着人工智能科学正式诞生。1956 年到 20 世纪 60 年代初，机器定理证明、跳棋程序等研究成果大大提高了人们对人工智能的关注度。但在随后的 10 年中，对人工智能过高的期待使得人们设立了许多不切实际的研发目标，例如用机器证明函数问题、依靠机器进行翻译等。这些挑战不出意外地相继落空，使人工智能的发展步入了低谷。到了 70 年代末期，专家系统的出现让人工智能成功从理论研究走向了实际应用。专家系统通过模拟人类专家的知识和经验解决特定领域的问题，让人们开始在医疗、化学、地质等领域享受人工智能带来的价值。80 年代到 90 年代，随着美国和日本立项支持人工智能研究，人工智能进入第二个发展高潮期。期间，人工智能相关的数学模型取得了一系列重大突破，如著名的多层神经网络、BP 反向传播算法等，使算法模型准确度和专家系统获得了进一步优化。

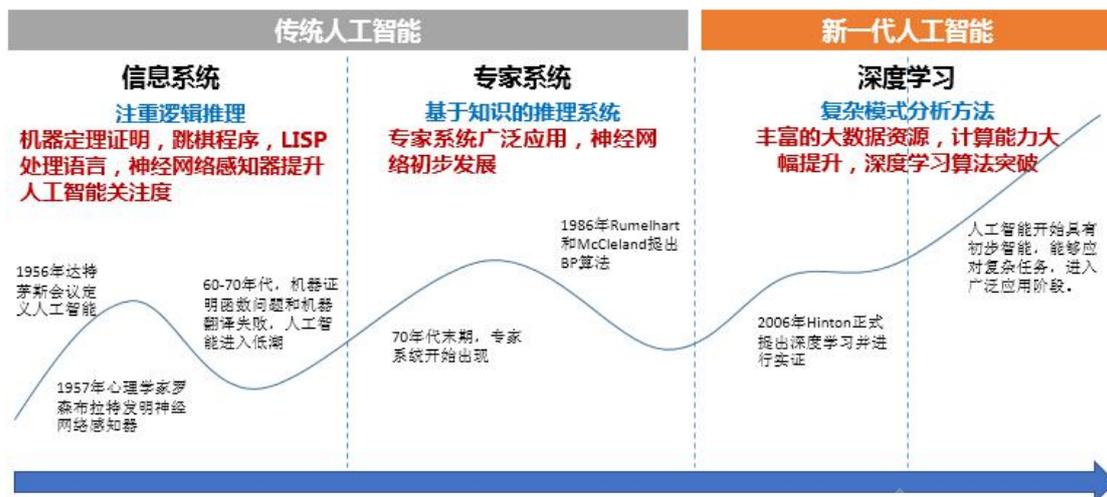


图 12 人工智能发展历程

如今，得益于算法、数据和算力三方面的共同进步，人工智能发展到了新的阶段，呈现出专业性、专用性和普惠性的特点。

**专业性**指的是人工智能具有了等同甚至超越人类专业水平的能力。随着深度学习等技术的成熟，人工智能已不仅仅能够进行简单的重复性工作，还可以完成专业程度很高的任务。例如，阿尔法狗（AlphaGo）在围棋比赛中战胜了人类冠军，人工智能系统诊断皮肤癌达到了专业医生水平，人工智能程序在大规模图像识别和人脸识别中有了超越人类的表现。

**专用性**指的是目前一种人工智能应用通常仅能用于一个领域，无法实现通用的人工智能。面向特定任务（比如下围棋）的专用人工智能系统由于任务单一、需求明确、应用边界清晰等理由形成了人工智能领域的单点突破。虽然在信息感知、机器学习等“浅层智能”方面进步显著，但是在概念抽象和推理决策等“深层智能”方面的能力还很薄弱，存在着明显的局限性，与真正通用的智能还相差甚远。

**普惠性**指的是人工智能技术能够与不同的产业相结合产生新的

应用，对各行各业都产生普惠效应。图像识别，语音识别、自然语言理解等人工智能技术能够根据不同行业的需求，形成具体的应用，在各式各样的场景中发挥作用。例如，图像识别在制造行业的产品检测应用能够节省大量人力，在交通行业的车牌识别应用能够简化认证流程，在零售行业的刷脸支付应用则能够优化购物体验。



图 13 人工智能应用特点

人工智能应用的成熟，既催生了新的市场，也为传统产业的发展注入了新的活力。据 IDC 统计，2018 年我国人工智能市场规模为 161.9 亿元，预计到 2022 年市场规模将接近 700 亿元，年复合增长率超过 50%。



数据来源：IDC

图 14 我国人工智能市场规模

人工智能的发展正驱动着产业内劳动力、工作方式以及工作组织形式等多方面的变革。首先，人工智能能够通过辅助人类活动显著降低工作门槛，实现工作方式的智能化变革。例如，通过在人机交互方式上应用图像识别、语音识别和自然语言理解等技术，不仅能够大大降低用户的学习成本，还使得交互效率大幅提升。其次，通过利用人工智能取代人类工作能够更稳定、甚至更高效的完成任务，实现劳动力的智能化变革。例如，在许多现代化工厂里，大量的工业机器人和机械臂已经取代了人工岗位。结合适当的人工智能算法，甚至能够实现全流程的自动化，为企业带来更高的生产效率和生产质量。最后，通过突破人类思维，人工智能能够创造新的流程、方法或产品，实现工作组织形式和应用方式的智能化变革。例如，通过使用机器人流程自动化（RPA）工具，企业能够使“机器人”与处理事务、数据以及与其他数字系统通信的应用进行交互，执行跨越多个应用的复杂嵌套流程。而以人工智能为基础的机器翻译技术则促成了翻译机产品的出

现。语音识别、机器翻译等技术构成的翻译软件和专属硬件相结合，为消费者提供了快速对话翻译能力，在出国旅游等情景下得到了广泛应用。

#### （四）“5G+云+AI”技术融合加速数字溢出

不同经济时代的发展依赖着不同的核心资源。从农业经济时代的土地和奴隶到工业经济时代的石油、煤、天然气，对核心资源的利用推动着经济的发展。而数字经济时代的核心资源——数据，自然也需要与之相配套的生产工具。在数据产生、传输、存储、计算、分析和应用的整个生命周期中，5G、云和 AI 相互融合，形成了数字经济新时代从终端、边缘到中央云的一体化生产工具。



图 15 不同经济时代核心资源及生产工具对比

**5G 负责对数据进行高效地传输。**工业经济时代的公路、铁路使人们摆脱了依靠双腿运输燃料的局面。5G 大带宽、低延迟的特性，为数据提供了一条高速通道。一方面，5G 负责将海量的数据从客户

端传送到云端处理。另一方面，又能把处理的结果和生成的应用迅速分发到边缘供人们使用。

**云负责对数据进行计算和存储。**工业经济时代的工厂负责对原材料进行集中加工，解决了零散小作坊的效率和成本问题。云计算规模化的计算资源在对数据处理能力上同样与独立私有部署形成了天壤之别。依托于云计算技术，人们总能在短时间内获得足够的计算资源，在节省成本的同时，极大地提升了计算效率。

**AI 负责对数据进行分析 and 挖掘。**工业经济时代的蒸汽机和内燃机改变了燃料应用情况，将燃烧的热效率从 3% 提升到 40% 以上。AI 对数据的分析挖掘能力，同样带来了不同于一般统计分析的成果。某些原本只有七成左右正确率的系统，依靠深度学习等技术能够将精度提升至 95% 以上，使应用的实用性获得了显著提升，进而提升了数据的价值。



图 16 5G、云、AI 在数据生命周期中的作用

“5G+云+AI”技术融合创造更大价值。资源的价值大小，很多时候取决于开采工具的经济性。5G、云和 AI 各自的发展和成熟让它们

的相互融合成为了可能。就像工业经济时代公路、工厂和机器的协同曾把石油等燃料的用途从照明拓展到动力世界，5G、云和 AI 的融合也正从数据中“精炼”出更多的应用价值，以数字溢出的形式加速企业、行业以及供应链等不同层面生产力的提升，成为推动经济增长的引擎。

### **三、“5G+云+AI”带来新体验、新模式、新产业**

5G、云和 AI 技术的碰撞和融合将为社会带来数字溢出效益。从微观层面上看，“5G+云+AI”技术是企业构建数字业务体验平台、政府服务模式创新的重要保障；从宏观层面上看，“5G+云+AI”将加速农业、工业、服务业三大产业供应链的智能化，将数字产品和服务的理念从最初的生产者传递到最终的用户。

#### **（一）构建数字化业务体验，推动企业生产方式变革**

“5G+云+AI”为企业构建数字化业务体验提供了技术保障。企业实现数字化业务体验的关键是要完成企业各个要素之间的数字化打通与连接。企业各个要素之间不仅是一种串联关系，而是需要通过数字化形成各个要素之间的价值发挥，构建数字化的业务体系。敏捷和创新是数字化业务能力的体现，5G、云计算、AI 等技术可以打破企业以往的管理体制、管理模式和生产方式，支撑业务创新和敏捷迭代，重构数字化的业务体系和运营体系，带来全新的业务体验。

云计算与 AI 技术的协同应用成为企业构建数字化业务的重要选择。基于 AI 芯片的云将全面提升云主机、容器、裸金属等各种形态的服务性能，加速企业数字化转型。在医疗、教育、商业、零售等诸

多领域，对“云计算+AI”的智能云的需求不断增加，应用越来越广泛。Gartner 2019 CIO 调查显示，过去四年中企业部署 AI 的数量增长了 270%，并在 2018 年增长了两倍。Gartner 预测，到 2021 年，70% 的企业将通过 AI 来帮助员工提高工作效率，管理者正在考虑如何加速部署 AI 在企业整体运营和每一核心业务流程中。云计算与 AI 的协同可以为企业减少成本和劳动力，提高企业 IT 系统的灵活性以及可扩展性，是企业发展的重要支撑。

**5G 的到来为企业基于云和 AI 的转型带来更大的发展空间。**作为第五代移动通信网络，5G 是高速网络，峰值理论传输速度比 4G 网络的传输速度快数百倍，这意味着更加高速的数据传输。5G 的到来克服了过去限制企业用云计算与 AI 的问题，如数据来源、传输带宽和时效性等问题。依托 5G 网络，云计算和 AI 会渗透到企业内部，众多应用将可以实现云化和智能化。基于“5G+云+AI”的合力，越来越多的企业开始进行全面的转型，进入到由云端的数据来制定决策的时期。

## **(二) 创新数字政务新模式，提高城市资源整合效能**

**“5G+云+AI”正在重塑政府的服务模式，助力数字政务进入智能阶段。**基于云平台 and AI 策略建设的软件化、智能化和高效化的大型数字政务系统，可以融入人脸识别、个人智能助理等创新服务，提高政务服务水平，完善政务服务环境。同时，数字政府建设应充分应用 5G 等新一代通信技术，结合云计算、AI 等信息技术共同构建新一代网络基础设施，并以数据为驱动，强化政府数据能力建设，打造开

放平台、汇聚社会资源，提升服务和监管能力。

“5G+云+AI”将在城市资源整合中发挥技术优势。智慧城市是一项涉及众多技术的复杂工程，而5G能让城市真正实现“万物互联”，城市的路灯、交通路口、景区、都将纳入到智慧城市的数据平台中。但是，单纯的搜集数据会让数据成为孤岛，并不能把实际获取的数据利用到城市管理中，基于云的算力和AI的数据挖掘分析能力，可以对城市数据进行策略定制，进而进行城市资源的有效整合。



图 17 道路设施智能化整合

### （三）促进要素配置智能化，加速释放产业爆发力

“5G+云+AI”将催生智能精细的生产要素配置方式，驱动产业全新变革。“5G+云+AI”以强大的技术能力为支撑,整合产业链上下游优势资源，助推传统产业与信息技术融合,支撑行业业态创新，并利用产业基地集群效应构筑新的数字生产力,为产业发展提供协同创新服务。

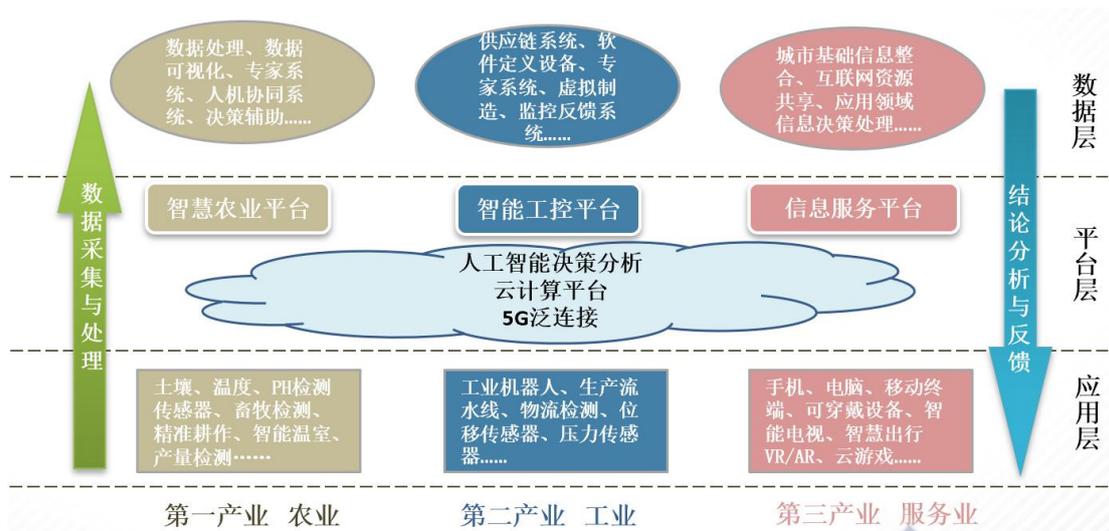


图 18 产业转型升级

“5G+云+AI”可以实现农业生产要素的精准测量及精细管理，最终实现农业产业智能化。例如，大量的农业传感器可以通过5G的边缘计算特性进行实时的信息交互，获取土壤、作物、空气等农业基础信息，然后上传到云端大数据中心，通过AI系统和专家诊断，预测气候模式并提供定向施肥策略。这些实时的海量数据产生的决策分析将驱动并引导农民在合适的时间做出最优决策，提升农业生产效率以及农作物产量，最终实现农业的智能化。随着全球数字化进程的加速，智慧农业作为在农民数量不断减少情况下提高农业生产效率的关键举措正在变得越来越重要。

“5G+云+AI”将重构工业的生产模式，实现工业产业链中各要素的互联互通，加速工业产业数字化转型。5G实现产业链上各个价值要素的互联互通，高带宽、低延时的特性能够满足对工业领域实时性场景的需求，而联接产生的大量数据汇聚到云端，由云为工业应用提供多元算力，最后由AI平台对工业数据进行训练和推理。ICT技术融入到工业产业发展中，可以实现工业互联的全流程信息感知和事件

决策，直接驱动智能终端和智能机器人从工具向助理的角色转变，使工业产业摆脱以往“粗放、低效、高能耗”的生产模式，向着“高品质、高能效、智慧化”的方向发展。

“5G+云+AI”的融合渗透进一步释放了服务产业的爆发力。我国第三产业服务业涉及行业点多面广，在《国民经济行业分类》（GB/T 4754-2017）中，包括批发零售、交通运输、住宿餐饮、信息服务、金融、房地产等 15 个门类。“5G+云+AI”可以变革各行各业的服务模式，例如，“5G+云+AI”使能无人驾驶、智慧物流等应用场景，改变传统的交通运输方式。“5G+云+AI”改善 AR/VR 等新兴互动技术的体验，云游戏、VR 更衣室等应用场景加速了媒体和娱乐业的变革。未来，“5G+云+AI”将驱动服务产业更多的应用场景走向现实，释放更大的产业价值。

#### 四、“5G+云+AI”赋能千行百业智能化升级

如今，“5G+云+AI”正深入到各个行业的生产全流程，帮助企业实现规划、研发、生产、制造、销售以及对客户服务的全面智能化升级。从衣食住行到文化健康，这些与人们生活密不可分的行业都已开始依托于“5G+云+AI”发生改变，以数字化的方式解决发展中遇到的问题。

##### （一）智慧城市：提升城市管理效能

城市建设和管理最核心的工作之一就是对于城市基本信息的获取和管理，对交通、能源、商业等重要公共领域的监控显得非常必要。

虽然许多现代化都市已经将摄像头布置到了各个角落，但由于设备、技术等因素的限制，获取信息的质量并不理想，对于管理工作的帮助也非常有限。



图 19 智慧城市-消防监控应用

智慧城市是运用信息和通信技术手段感测、分析、整合城市运行核心系统的各项关键信息，从而对包括民生、环保、公共安全、城市服务、工商业活动在内的各种需求做出智能响应，实现城市管理工作的智能化。摄像头的设备收集的数据，将上传到云端供分析和处理，最终被应用于城市管理工作中。精准（多维度、高帧率、高解析度）的数据采集，势必带来海量的数据流量，这就需要 5G 为代表的巨大带宽的支持。而海量数据的处理工作，由人工进行处理显然是不现实的。由 AI 负责处理工作，不仅能节省人力，还可以为城市管理者提供丰富的分析、预测支持，甚至实现部分管理工作的自动化。

天津生态城通过 5G、云和 AI 等技术实现了城市应急系统的智能化升级。大量传感器和监控设备依托于 5G 技术对关键场所安防设备情况进行即时监控，并将获得的信息上传到云平台供其上的 AI 应用进行智能分析。通过对信息的综合处理，监控中心能够第一时间发现

各类隐患和险情，同时联动应急处理部门完成出警工作，最大限度地避免了火灾等险情发生时人为报警导致延误警情的问题。

## （二）智能制造：促进工业柔性生产

在过去一个世纪，制造业经历了从大规模生产、精益生产、柔性生产等多个阶段。虽然机器人等自动化设备的出现一定程度上缓解了人工的压力，但随着市场多样化、个性化的牵引以及商业竞争的加剧，以人工管理和调整生产流程的方式已不足以应对迅速变化的市场。为了更好地迎合消费者的需求、处理各式各样的状况，制造业需要对生产流程进行更精细的控制。

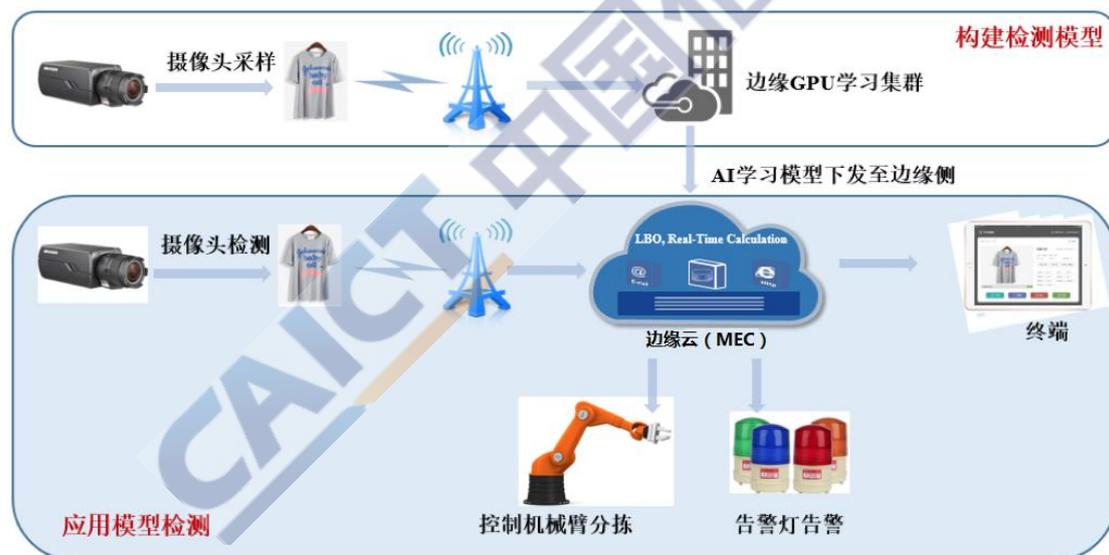


图 20 智能制造模型构造与应用

智能制造融合了 5G、云计算和 AI 等技术，通过更加灵活高效的生产系统，能够将高质量的产品快速推向市场。5G 网络能够帮助制造工厂实现多维度、细粒度的数据采集。一般来说，人力仅能做到以分钟频率进行采集，而机器采集的频度则可以达到秒级甚至毫秒级。这些数据需要在协作机器人间不断交换分析以同步和协作自动化流

程（同步实时协作机器人要求小于 1 毫秒的网络延迟），并在云、端之间进行传输，这就需要依靠 5G 网络的低延迟特性来实现。而负责总体控制的云计算平台通过承载 AI 应用，能够根据精准的数据，在大规模的生产中识别各种各样的状况，进而调整生产，达到人力所不能及的柔性。

三联虹普在合成纤维的制造过程中通过 5G 网络实现了精细化采集和信息传输，并借助 AI 对生产控制系统进行智能化调整。山东移动、海尔、华为则依靠 5G 和云计算在空调工厂中实现了机器设备故障的远程诊断、远程排除、远程代码修改、远程维修指导等操作。既节省了维护成本，也实现了专家的技能复制，解决了技术专家紧缺的难题。

### **（三）智慧交通：重塑交通出行体验**

交通行业与人们的生活息息相关。而随着人们出行需求的增长，无论是海运、陆运还是空运的负荷都在逐渐加重，安全问题和拥堵现象也日益突出，大大影响了人们的出行体验。要解决这些问题，既需要关注到人、车、船等微观要素的交互效率，也需要从宏观上进行整体规划。

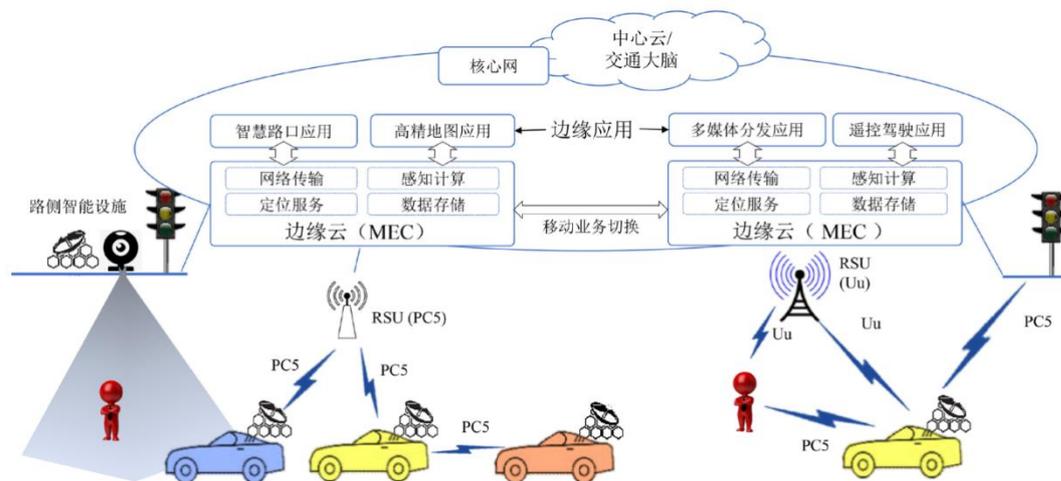


图 21 智慧交通

智慧交通通过对网络传输、整体规划和智能应用等方面的优化，能够明显改善交通出行质量。以 5G 技术为核心的基础网络能够覆盖整个出行流程场景，实现多维度数据的收集、传输和处理后信息的及时推送，为人们提供更全面的信息辅助；基于云计算的核心云平台，能够对海量数据进行处理，从而对整体交通进行规划，更合理地分配海、陆、空路网资源；AI 的智能应用则能够更高效的完成从前复杂的人工处理工作，大大提高通行效率。

大兴国际机场通过 5G 的全覆盖网络实现了登机口、行李转盘等机场服务信息以及出票、托运、登机等信息、状态信息的实时推送。而基于 AI 的人脸识别技术，旅客只需依靠人脸就能够快速完成从购票、值机、托运、到安检、登机等各个出行流程。深圳机场则通过 AI 实现了主动式安防，将隐患的数字化识别率提高到 30% 以上，提升了安全保障的能力。此外，通过核心云平台的合理规划，深圳机场航班的过站时间大大缩短，滑行时间平均缩短了 1 分钟，使航班放行得正常率达到了 85% 以上。天津港通过将业务系统迁移到云上，利用

云服务组合和自动化部署能力，将原本需要超过 3 天的资源配置发放时间缩短到了半天。华为、海南铁塔和海南交控等合作的车联网落地场景依托于 5G 和 AI 实现了红绿灯车速引导/预警、道路施工提醒、紧急车辆避让、自动泊车等功能。不仅可以应用于辅助驾驶，帮助驾驶员从容应对各种复杂状况，享受驾驶的乐趣，还可以对自动驾驶的若干场景提供必要的信息，帮助自动驾驶做出有效精准的判决。

#### （四）智慧能源：优化能源设施管理

能源行业是现代化的基础和动力。但是随着规模的增长，能源行业的发展面临着诸多问题。一方面，石油、天然气等化石燃料受到资源储量的限制越来越满足不了日益增长的需求；另一方面，电网等大规模基础设施的管理成本居高不下也成为了发展的另一桎梏。因此，如何在以更高效率进行开采的同时实现对成本的节约是能源行业发展的关键。

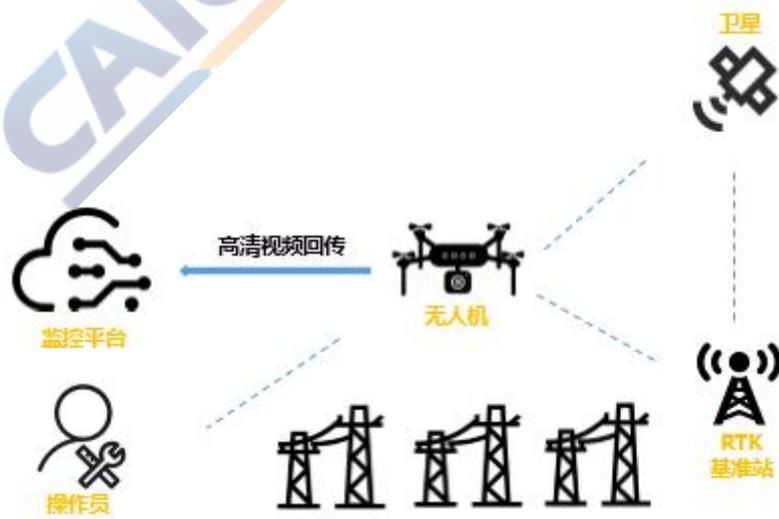


图 22 远程电力巡检

5G、云和 AI 能够代替人类进行能源业务中的部分工作，提高勘

探、调度、管理等流程的效率。5G 网络的低延迟，大带宽的特性，使得远程监控甚至操作成为了可能。操作员能够在控制中心使用相关设备进行工作，大大减轻作业现场对劳动力的需求。AI 所带来的智能分析能力，能够使原本需要依靠专家对大量信息的综合计算、分析的困难任务快速完成。通过将地理构造、电位、声波等自然信息传送到核心云平台上进行处理，可以显著降低从业门槛，提高业务和管理的效率。

中石油利用云计算和 AI 开发了勘探认知计算平台。通过对 900 口油井进行机器学习，实现了油气水层位的智能识别，平均时间缩短了 70%。对油井工况的定量诊断和远程实时在线管理，使异常工况诊断准确率达到 90% 以上，减少了 20% 作业维护费用，提高生产时率 2%。南方电网借助 5G 和云实现了作业现场超高清视频的回传和实时视频巡检。过去人工巡线需要 20 天才能完成的工作量，利用新的技术成果只需要 2 小时，将巡检效率提高了 80 倍。

### **（五）智慧金融：变革金融业务流程**

金融行业与资本流通早已深入人们生活的每个角落。衣食住行中的每一笔支付和交易，都离不开金融业的支撑。在节奏越来越快的今天，传统金融业以人工为核心的业务流程逐渐变得难以应对海量业务、风控需要，急需对流程和效率进行改进。



图 23 智能风控

以 AI 为核心的智能应用，能够对金融业积累的交易数据进行深入分析，发现难以被人类察觉的关联关系。5G 网络则能够将业务拓展到移动端，支持客户与企业的即时交互。云平台整合资源的能力可以对海量数据的存储和处理起到支撑作用，更好地应对业务中断等风险。

招商银行依托于云计算和 AI 构建了统一风控平台。一方面，云平台的资源弹性使 IT 人员能够自主扩充渠道，业务人员可以自主快速上线新规则；另一方面，AI 的智能化风控实现了对数据毫秒级分析处理。上线半年以来，将风险案件数降低 50%，减少损失超亿元，处理能力提升 10 倍，业务连续性达到 99.99%。互联网金融企业借助 5G 网络和 AI 的人脸识别技术，实现了对用户身份的远程认证。将传统线下几个小时的工作，浓缩到数分钟内完成，极大地提升了效率。

## （六）智慧医疗：完善医疗资源配置

随着人口老龄化在欧洲和亚洲出现明显的加速趋势，对医疗资源

的需求愈发加剧。医疗行业受限于技术、地域等因素的限制，在各地都呈现出明显地不足，而这一问题在未来将更加突出。要解决这一问题，除了要注重人才的培养外，还要提高医疗资源的使用效率。

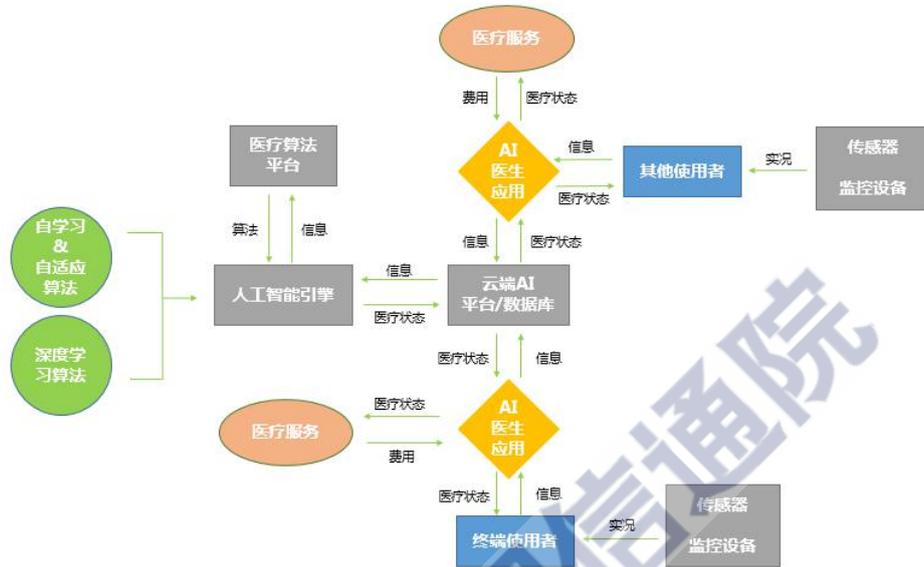


图 24 智慧医疗

智慧医疗将通过 5G、云、AI 等技术将为医疗行业带来低延迟网络和智能化的应用，优化有限医疗资源的使用。首先，通过 5G 网络，可以实现远程进行医疗活动。原本需要近距离接触的诊断（如内窥镜、超声波等），依靠 10ms 以内的延迟，可以在相隔甚远的两地营造近似的体验，让偏远地区也能使用紧缺的医疗服务。其次，通过云计算平台对病历等数据进行统一整合，能够快速实现复用，不仅方便多地医生进行协作，也为 AI 辅助提供了训练资源。此外，将 AI 应用于辅助医疗，既能够解放部分医疗资源，还能够帮助医生更准确的进行医疗活动。

中国人民解放军总医院通过 5G 所带来的低延迟网络，在 3000 公里外实现了远程操控手术。历经 3 个小时后，68 岁的帕金森患者身体中成功植入“脑起搏器”。金域医学则利用云计算的强大算力和

AI 的深度学习技术实现了高精度的 AI 辅助病理诊断应用。通常情况下，细胞病理医生镜下阅读宫颈细胞涂片，平均每例要花费 6 分钟，而 AI 识别仅需 36 秒。在 AI 的辅助下，宫颈癌筛查服务覆盖的人群范围与服务频率得到了大幅提升。

### （七）智慧文娱：颠覆人机交互方式

VR（虚拟现实）作为颠覆教育、游戏等文娱行业交互方式的核心技术之一，在近几年受到了诸多关注。但传统 VR 的实现要求本地具有相当程度的计算能力，而如此高的门槛也进而阻碍了推广。此外，由于需要使用头盔等设备，用户的移动受到线缆、信号范围等多种限制，这也影响了沉浸式体验的效果。



图 25 云 VR 示意图

云 VR 通过将计算能力转嫁到云端，能够实现终端设备的轻量化和低成本化。这不仅带来了用户体验的提升，较低的门槛也使得 VR 在低端用户中普及成为了可能。云 VR 的本地设备相当于显示屏，依赖于网络来接收来自云计算平台的高清视频流。因此，传输网络对带宽和延迟的要求更加苛刻，需要依靠 5G 网络来实现。除此之外，由于云计算平台承担了对计算的需求，每一个接入都将带来额外的资源

需求。对于企业而言，能否灵活的对服务器进行扩容和释放将极大的影响成本。而采用 AI 技术对资源使用情况进行智能分析、预测，自动化地调整和部署资源，将有效应对这种情况，帮助企业节省大量不必要的成本。

## 五、发展建议

“5G+云+AI”的融合发展和广泛应用是一个系统性工程，给我国数字经济发展带来机遇的同时，也同样会面临严峻的挑战。**一是新一代数字技术融合创新发展的基础薄弱。**我国数字技术基础研究实力较为薄弱，原始创新能力不足的问题长期存在。此外，新兴数字技术在具体行业的应用落地能力不足，直接影响产业数字化转型进程。**二是“5G+云+AI”生态整合和引领能力不足。**当前全球巨头企业纷纷以平台为核心构建产业生态，通过兼并整合、开放合作等方式增强产业链上下游资源整合能力，在企业营收、应用规模、合作伙伴数量等方面均大幅领先。而我国缺少整合产业链上下游资源、引领产业协调发展的龙头企业，产业链协同性能力较弱。**三是自主创新的意识和能力有待提高。**核心应用自主研发能力不够、核心技术创新意识不强一直是阻碍我国新一代信息技术发展的顽疾。当前国际形势复杂，产业生态的自主创新能力不足将加大我国数字经济面临的风险。

针对上述问题，本文提出以下几点建议：

**一是不断完善 5G、云计算、AI 等技术的发展环境，形成适应数字经济发展的政策体系。**应更加重视数字技术对数字经济的全方位辐射带动作用，从宏观层面制定数字经济发展目标和战略，行业监管部

门应根据各自行业的特点制定出有针对性的行业发展政策措施，例如发展意见、行动计划等。同时，加大政策扶持力度，培育一批有影响力、规范、可信的标杆企业，以更好地推动 5G、云计算、AI 等新兴数字技术在行业领域的落地，通过营造以创新为主体的技术发展环境，进一步完善政策体系来补齐数字科技发展短板，从而加快引领数字经济发展。

## **二是进一步加强 5G、云计算、AI 等新兴数字技术的发展应用。**

通过 5G、云计算、AI、物联网、大数据等新兴数字技术造福个人和企业，充分利用技术优势建立合宜的企业发展运营模式，加大力度培育科技骨干企业，支持传统企业通过新兴数字技术进行数字化转型。建立 5G、云计算、AI 等数字技术对应的研究创新中心，完善相应的标准体系，开展相应的技术能力测评，加强知识产权保护，夯实技术支撑能力。推动新兴数字技术在制造业、农业和其它关键领域的数字化应用，鼓励新兴数字技术更多的在具体行业落地。

**三是通过“5G+云+AI”拉动传统产业数字化转型，提升政府和企业的发展水平和发展效率。**传统产业数字化转型是数字技术融合创新发展的主攻方向。要充分发挥我国网络大国优势，加快推进工业、服务业、农业数字化转型，前瞻布局产业互联网，大力发展智能融合型产业，构筑形成网络化、智能化、服务化、协同化的数字经济新形态，通过“5G+云+AI”带动其他数字技术，共同推动传统产业全产业链智能化改造升级。通过提升竞争激励、预设转型目标、加强宣传培训等

措施提高政府和企业对数字化转型的重视程度，打造以政策带动产业，以需求引领转型的数字化转型环境。

**四是充分利用数字化转型契机打通产业链上下游，以“5G+云+AI”为纽带构建新生态。**统筹数字产业化与产业数字化，在核心技术突破、新兴产业发展、传统产业数字化、数据资源开放共享、扩大开放合作等方面，全面扎实推进，形成整体优势。充分利用“5G+云+AI”的产业链条辐射能力，全面覆盖各行各业，整合产业链上下游企业等创新主体与创新资源，形成以数字化转型为契机，以5G+云+AI为纽带，以需求为导向的新型产业生态。打造地区性“5G+云+AI”生态产业基地，在全国范围内统筹政府、企业、高校、研发机构、用户、资本、人才等创新支撑要素，建设一批具有顶级硬件条件，充分发挥研发与应用能力的“5G+云+AI”产业基地，加强前沿基础研究和应用基础研究布局。

**五是以自主创新作为产业发展的核心动力，不断提升企业竞争力。**应以知识产权布局为基础，以技术标准实施为方法，以行业联盟推广为手段，同时鼓励龙头企业推出拥有自主知识产权的服务器、PC、手机、云计算、物联网等的操作系统，加快具有自主创新特性的软硬件生态系统建设。但自主创新不等于封闭自锁，应明确哪些技术可以通过积极引进消化吸收再创新，哪些技术必须自主创新、自立自强。目前，我国企业已逐渐认识到核心关键技术自主创新的重要意义，例如华为推出的“昇腾”芯片与“鲲鹏”芯片，阿里推出的“含光”芯片，都宣示着我国自主创新能力不断提升。

六是加强数字人才培养，持续加强劳动者数字技能。加快推进面向数字经济的新工科建设，积极发展数字领域新兴专业。及早改变教育培养目标与培养理念，进一步整合资源，突出重点，加强新兴数字技术与商业结合的专业设置，提升数字化技能实训能力，打造一批功能突出、资源共享的区域性数字技能公共实训基地。深化产教融合、校企合作，探索校企联合培养新模式，支持数字经济大型骨干企业与科研院所共建人才培养基地，培养多层次、多类型“数字化”新人才。

CAICT 中国信通院

## 附件一：参考文献

- 1.中国信息通信研究院《中国数字经济发展与就业白皮书（2019年）》
- 2.中国信息通信研究院《全球数字经济新图景（2019年）》
- 3.中国信息通信研究院《中国数字经济发展与就业白皮书（2019年）》
- 4.中国信息通信研究院《云计算发展白皮书（2019年）》
- 5.中国信息通信研究院《人工智能发展白皮书》
- 6.德勤《中国人工智能产业白皮书》
- 7.中国联通《中国联通智能 MEC 技术白皮书》
- 8.IMT-2020（5G）推进组《MEC 与 C-V2X 融合应用场景》
- 9.华为技术有限公司《5G 时代十大应用场景白皮书》

CAICT 中国信通院

中国信息通信研究院

地址：北京市海淀区花园北路 52 号

邮政编码：100191

联系电话：010-62300072

传真：010-62304980

网址：[www.caict.ac.cn](http://www.caict.ac.cn)

