

技术重构社会供应链

—— 未来科技趋势白皮书

WHITE PAPER ON FUTURE TECHNOLOGY TRENDS



顾问：

廖建文，周伯文，颜伟鹏，曹鹏，于建强，李德浩，陶大程

主要作者（按照姓氏首字母排列顺序）：

人工智能：鲍军威、何晓冬、蒋卓轩、梅涛、潘滢炜、易津锋、张琪

区块链：孙海波、翟欣磊、张作义

物联网：黄勇、刘刚、徐印成、闫政、周炯

自主系统：孔旗、王栋、姚秀军

下一代计算：陈峰、陈国峰、符庆明、刘辰、孙玉勤、周晓斌

智能零售：白贤峰、陈磊、胡浩、胡景贺、林琛、刘振业、金峰、宋丽萍、申作军、叶明强、朱伟盟、张一民

智能物流：陈亚迷、孔旗、乔晓强、王强、吴盛楠、王煜、肖军、者文明

智能金融：程建波、冯永昌、龚谨、黄真怡、吕军、李智、王美青、王宇光、邹明明、张同宇

智能健康：孙鹏、宋志瑞、王海华、王宇、吴元清、袁晓春

智能城市：鲍捷、陈旭旭、郭玲玲、郭沐、郝泽夏、郝兴贞、韩博洋、刘辰、梁勇鸿、刘洋、李婷、李瑞远、莫雄剑、孟垂实、孙海洋、孙彦苹、盛琨、谭艳辉、王培暖、王正培、吴伟、姚丙旗、杨习宇、张莹、赵英、钟远山、张钧波、郑宇

项目管理、执行工作人员（按照姓氏首字母排列顺序）：

战略部：崔之瑜、孟子骞、徐羽、伍骏

集团技术委员会：陈晗、付云帆、何飞、马丽晨

设计：葛少晨、耿强

项目组行政：段姝、李月、尤蕊、张硕

了解京东技术动态

欢迎关注京东技术公众号



COPY

版权声明

© 京东集团技术委员会 2021-2022 版权所有

本文档著作权归京东集团及京东集团技术委员会所有，未经京东集团技术委员会事先书面许可，任何主体或个人不得以任何形式复制、修改、摘抄、翻译、传播全部或部分文档内容。

商标声明

任何京东集团相关的商标均为京东集团及其关联公司所有。

法律声明

本文档仅供用户使用京东集团产品及服务的参考性指标，本文档中的所有陈述、信息和建议以及内容的准确性、适用性等不构成任何明示或暗示的担保。本报告中行业数据及相关市场预测主要为研究员采用桌面研究、行业访谈、市场调查及其他研究方法获得，仅供参考。任何主体和个人使用和信赖文档而发生任何差错或者经济损失的，本公司不承担任何法律责任。

由于产品版本升级、调整或其他原因，本文档内容有可能变更。京东集团及京东集团技术委员会保留在没有任何通知或者提示下对本文档进行修改的权利。

本文档未授予用户任何京东集团产品的任何知识产权的法律权利。

RIGHT

引言 Introduction

数字化发展是社会主义现代化建设的新趋势。2020年，“十四五”规划首次将数字化纳入产业体系，强调推进数字产业化和产业数字化，推动数字经济和实体经济深度融合。数智化社会供应链是推进产业基础高级化、产业链现代化的有力抓手，是发展社会数字化的坚实基础。

为构筑具有数智化、全链路和社会化三大特征的数智化社会供应链新型体系，产业需要以人工智能、物联网、区块链、自主系统、下一代计算等技术为基础，以零售、健康、物流、金融、城市等全场景为驱动，连接和优化社会生产、流通和服务的各个环节，实现社会数字化转型。

京东是一家以供应链为基础的技术与服务企业，秉持“技术为本，致力于更高效和可持续的世界”的使命，提出基于技术、产业、生态的新增长飞轮“TIE”，通过数字协同和网络智能，充分发挥数智化社会供应链能力，在未来十年持续推动赋能实体经济、提升社会效率、促进环境友好三大长期目标，以创造更大的社会价值。

京东数智化社会供应链包含了商品供应链、服务供应链、物流供应链和数智供应链四个部分。目前，京东已经形成了以数智化社会供应链为核心的技术体系，搭建了多个数智化开放平台，持续优化垂直行业供应链的成本、效率与体验，实现从消费端到产业端价值链各环节的整体优化与重构，有效调动各价值链环节的社会化资源，提升敏捷响应与匹配效率。

本白皮书选取了人工智能、物联网、区块链、自主系统、下一代计算等关键技术，进行技术洞察与发展分析预测，旨在分享京东集团在技术前沿探索方面的最新成果，期待与工业界、学术界同仁们进行深入交流，共谋技术发展之道，为业界的技术变革与商业创新带来启发。

京东集团希望不断探索技术创新，发挥示范作用，将已有零售、物流、金融等领域的一体化优势充分向社会开放，连接更多传统行业，实现产业升级和数字化转型，促进数字新经济发展，带动全行业、全社会的供应链效率提升。

京东科技探索之路永不止步。

目录 Contents

版权声明
引言

1	技术进步推动数智化社会供应链新业态	1
2	五大技术发展新趋势	10
	人工智能：智能链接世界，构筑人机和谐	11
	物联网：发展物联计算，构筑数字孪生供应链	29
	区块链：信用基础设施，通往共享共建的新社会生态	42
	自主系统：智能自主服务，推进人机柔性融合	57
	下一代计算：云边缘协同的智能计算	71
3	技术赋能数智化社会供应链新业态	89
	智能零售：全场景、全渠道构建社会经济增长新动能	90
	智能健康：数字驱动，重构健康医疗服务新模式	104
	智能物流：自感知、自决策成就社会资源匹配最优解	120
	智能金融：以人工智能为核心，共建金融普惠生态	134
	智能城市：用人工智能和大数据打造智能城市	153
4	卷尾语	186
5	参考文献	189

技术进步推动数智化 社会供应链新业态



随着科学技术与社会数智化的发展，社会经济形态发生了重大改变，以数智化社会供应链为支撑的数字经济，推动了社会经济进入信息、知识、科学技术融合发展的社会经济新业态。数智化社会供应链通过人工智能、物联网、区块链、自主系统和下一代计算等技术，连接和优化社会生产、流通和服务各个环节，实现社会管理、经济、民生、生态与基础设施五大体系各个环节的高效运行，创造高效、公平、和谐的美好社会。

在过去互联网数十年的发展中，数字化进程主要集中在消费互联网，而未来伴随着国家政策的导向与数字技术的创新，新兴科技将向传统产业渗透，产业数智化将成为拉动经济增长的核心动力。根据市场调研机构 IDC (International Data Corporation) 的预测，到 2022 年，全球 65% 的 GDP 将由数字经济推动；到 2023 年，全球 75% 的组织将拥有全面的数字化转型路径图；到 2025 年，全球 75% 的企业领导者将利用数智平台与生态能力，重构和提升自身价值链。产业互联网与消费互联网的协同共振将成为未来十年发展的主旋律。

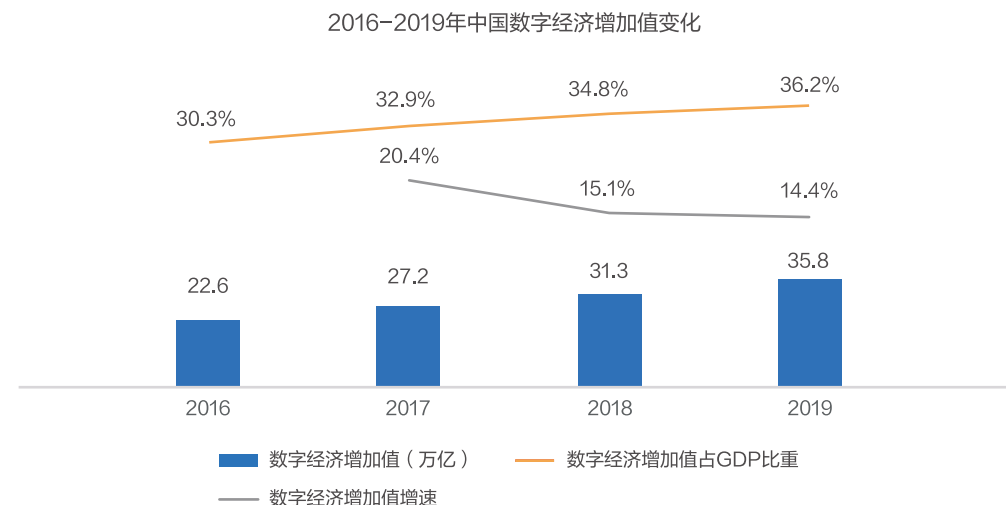


图 1.1 2016-2019 年中国数字经济增加值变化

中国国际经济交流中心副理事长、国务院发展研究中心原副主任王一鸣指出：未来以国内大循环为主体，需要从供、需两个方面把握新发展格局，使需求牵引供给，供给创造需求，在这个基础上形成更高水平的、动态的平衡。在需求端，要确保国内消费持续扩大和升级；在供给端，要实现科技自立自强。如果供应链、产业链和技术水平不高，终端产品就很难有竞争力，因此供应链体系建设对构建新发展格局有着重大意义。

京东作为以供应链为基础的技术与服务企业，一直秉承先进技术驱动业务发展的理念。京东业务 2004 年从线下转入线上，解决了交易效率提升的问题。2007 年开始，京东开始在供应链上持续投入，通过打造自有物流体系，解决了产业效率提升的问题，支撑了京东业务持续创新发展。京东认为供应链效率的提升，可以建立数字经济下供需发展新格局，是推动数智化社会进一步发展的基石。为此，京东提出了“数智化社会供应链”这一新型供应链概念。数智化社会供应链利用数智化技术，连接和优化社会生产、流通和服务的各个环节，降低社会成本、提高社会效率。数智化社会供应链具有数智化、全链路和社会化三大特征。其中，数智化旨在通过数字协同和网络智能，持续优化行业供应链的成本、效率与体验；全链路则是实现从消费端到产业端价值链各个环节的整体优化与重构；社会化旨在通过开放平台，有效调动各价值链环节的社会化资源，提升敏捷响应与匹配效率。

01

数智化社会供应链 发展背景与关键技术

中国信通院的研究显示，截至 2019 年，中国数字经济增加值已达 35.8 万亿元，占 2019 年中国 GDP 总值的 36.2%。如何在未来十年抓住智能化机遇，促使数字经济带来的社会经济增长最大化，是每个国家、每个行业，乃至每个企业都关心的话题。



图 1.2 数智化社会供应链定义

中国国际经济交流中心信息部副部长王晓红教授认为，数智化社会供应链体系有效促进了产业链上下游的融合互动性，提升了供给侧与需求侧的信息对称性，以及产品和服务的适配性，帮助制造端企业实现降本增效、以需定产、有效资源配置，加快实施数字化转型。随着数字覆盖面的扩大，智能技术的广泛普及，创新型服务的爆发式增长，数智化社会供应链将会实现 5 个 Deep（5D）属性：Deep Tech（深度技术）、Deep Connectivity（深度链接）、Deep Data（深度数据）、Deep Intelligence（深度智能）和 Deep Purposes（深远目的），提升数字社会的经济价值。

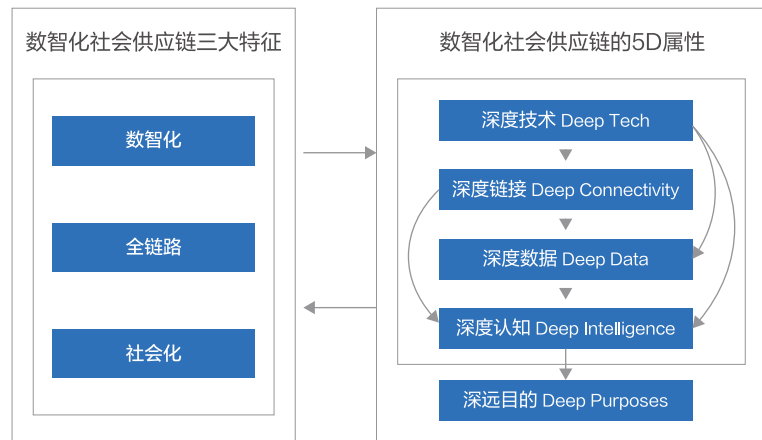


图 1.3 数智化社会供应链三大特征及 5D 属性

5D 将重构社会经济格局，其中，Deep Tech 通过基础设施、传感、通信、计算等，保证数据有效、快速、完整的获取、传输和计算；Deep Connectivity 指各类社会软硬件及设施、供应链上的不同环节以及不同供应链之间高度互通的深度联接；Deep Data 实现对供应链各环节的数据抽象和详尽的描述，对完整供应链进行数据建模；Deep Intelligence 通过算法的不断演进，实现数据价值的变现，从感知智能迈

向认知智能；Deep Purposes 最终实现对客户、对伙伴、对员工、对社会的深度服务。Deep Tech 是 Deep Connectivity、Deep Data 以及 Deep Intelligence 实现的基础，通过 Deep Connectivity 实现数据的全链接，推动 Deep Data 的发展；Deep Connectivity 实现万人万物互联，Deep Data 实现数据完整透明，推动 Deep Intelligence 的实现。最后，Deep Tech、Deep Connectivity、Deep Data、Deep Intelligence 共同推动 Deep Purposes 的深度实现。

未来十年，人工智能、物联网、区块链、自主系统、下一代计算是推动 5D 属性实现的关键技术。

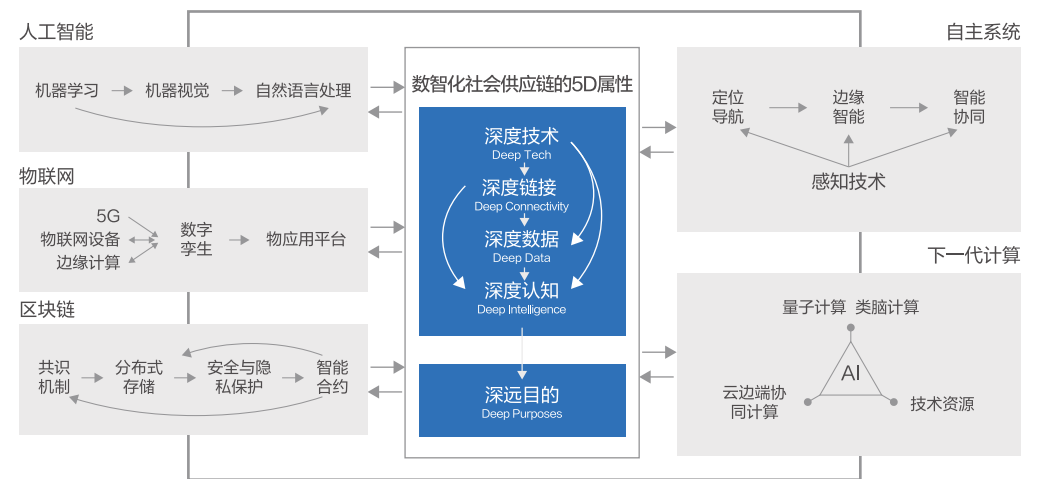


图 1.4 五大技术成为推动 5D 属性实现的关键因素

人工智能将在机器学习、机器视觉、自然语言处理等领域的基础理论和关键技术取得重要突破，从而加强 AI 的可信赖程度，人工智能的“头雁”效应也将得到充分释放。通过 AI 技术的演进，世界智能化程度将不断提升，最终深察世界，实现人机共生。

物联网设备、5G 通信技术、以及边缘计算技术的发展将使物联网实现跨越式普及，数字孪生世界将成为可能。自此，物理世界与数字世界的融合，并保持同步运营可以更好地促进信息在两个世界之间的流动，人、物以及服务的自由交互将促进工业化与信息化的融合。

区块链的共识机制、分布式存储、安全保护在保证数据可信可靠传播中扮演着重要的角色。区块链的发展将构筑以互信合作商业模式为主的数智化供应链新模式，形成人与人之间完全信任、共享共建的新社会生态。

在复杂开放场景下，感知技术、定位导航技术和边缘智能技术实现了自主设备间的智能协同。自主系统将进入高级自动化和自治时代，人脑、云脑、端脑与生物体、数字体、机械体融合共生，达到人机柔性智能融合。

在下一个十年，计算场景多元化和下沉，海量数据的产生和处理需求不断提高，人工智能是重要的驱动力，云边端是重要的计算框架。下一代计算具有多场景、安全、云边端协同一体化的特性，成为数智化社会的重要基础设施。

数智化社会供应链以上五大技术为依托，支撑社会生产、流通、服务的数智化、社会化及全链路发展。

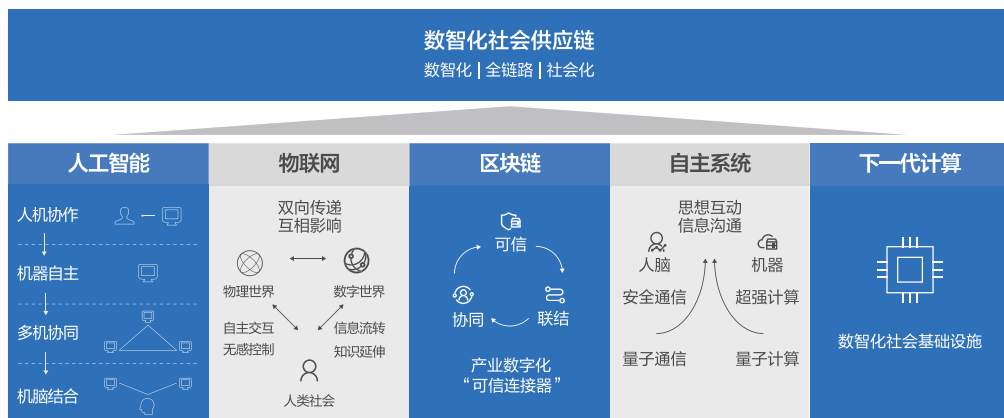


图 1.5 五大技术发展形态

02

数智化社会供应链的发展路径

数智化社会供应链包含商品供应链、服务供应链、物流供应链和数智供应链四个有机融合的部分。5D 属性精准匹配了数智化社会供应链的每一个环节，从宽、深、厚、长、虚五个维度为 C 端、B 端及 G 端客户创造精准的价值，最终实现数智化社会供应链服务社会的 Deep Purposes。

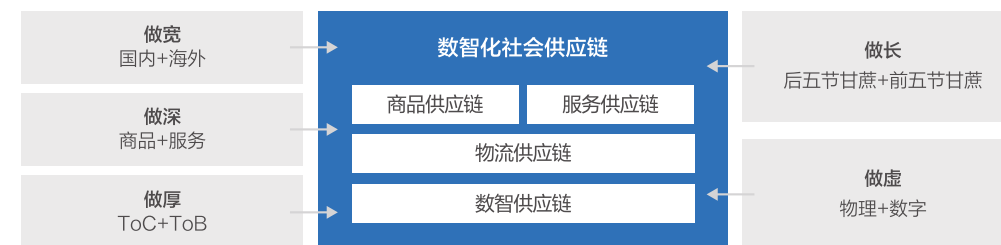


图 1.6 数智化社会供应链实现方法

第一是“做宽”，即“国内+国际”的供应链体系；第二是“做深”，即“商品+服务”的供应链体系；第三是“做厚”，即“ToC+ToB”的供应链体系；第四是“做长”，即产业全链路的供应链体系；第五是“做虚”，即“物理+数字”的供应链体系。基于以上五个维度，以人工智能、物联网、区块链、自主系统、下一代计算为驱动，数智化社会供应链将围绕降本增效、体验优化来突破新的生产率边界。技术进步是推动行业供应链达到新的生产率边界的关键因素。本白皮书将结合技术发展趋势及京东集团的主营业务，洞察人工智能、物联网、区块链、自主系统、下一代计算五大关键技术发展趋势，分析技术对数智化社会供应链 5D 属性的影响及其对零售、

物流、金融、健康、城市五大业务的支撑作用，探讨技术推动产业供应链各环节数智化升级及产业变革的实施路径。

本白皮书将分为技术发展趋势与技术赋能业务两大部分，旨在洞察技术未来发展趋势与未来各行业业务形态的变革方向。下述技术能力概览图呈现了五大技术如何作用于供应链各环节，并展示了数智化业务的变革趋势与落地方向。

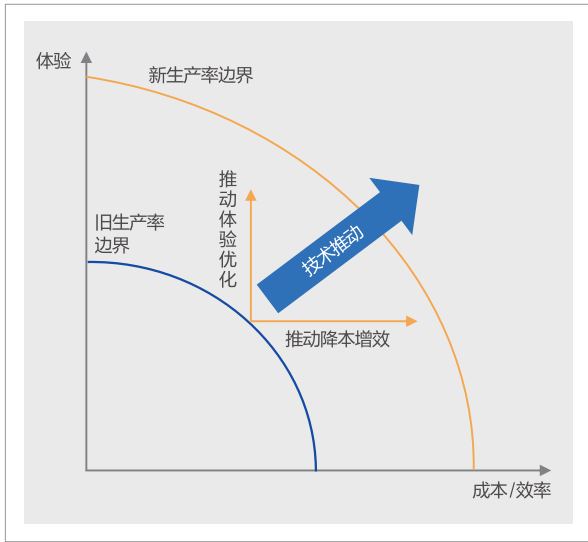
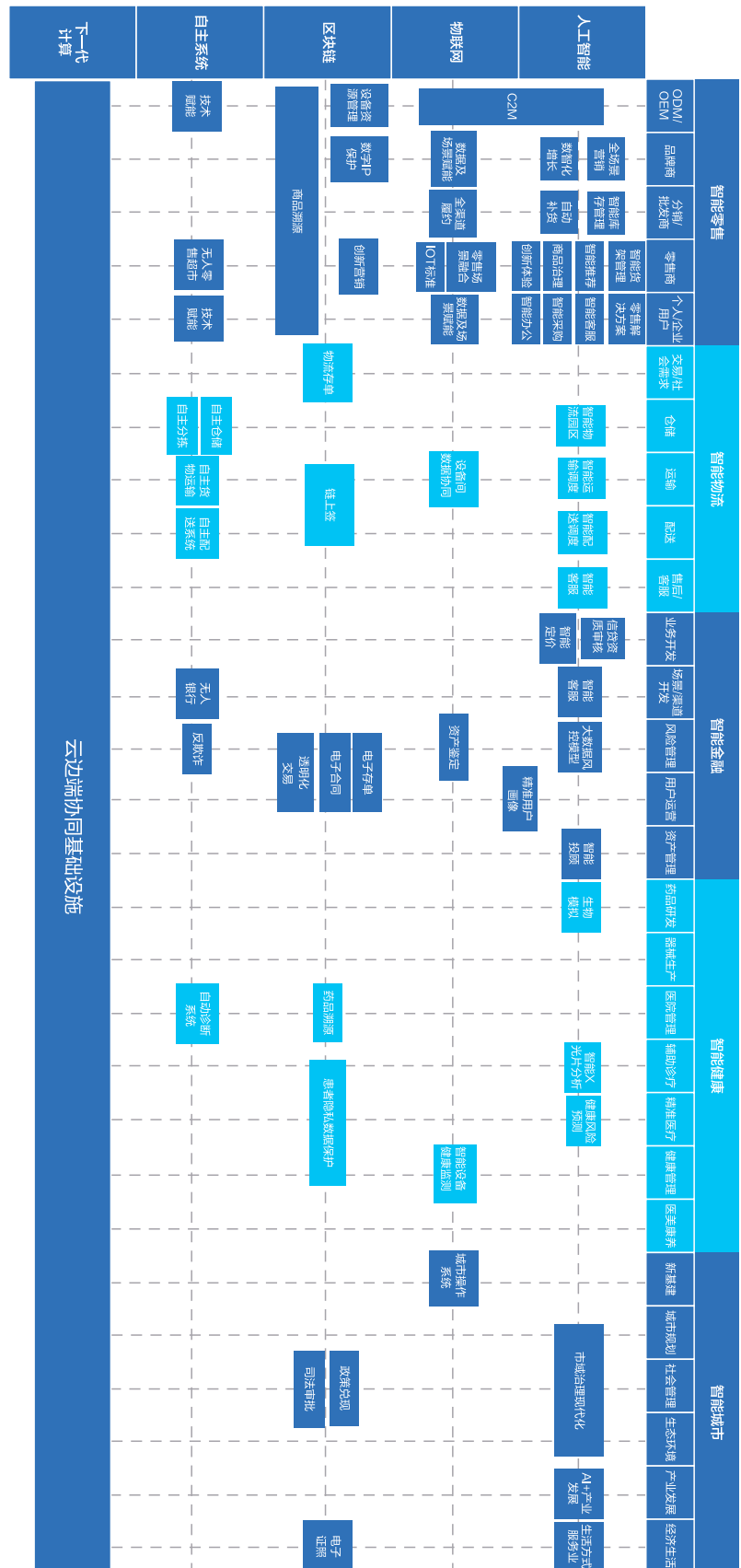


图 1.7 生产率边界推动方式

图 1.8 数智化社会供应链发展关键技术赋能业务概览



2

五大技术发展新趋势



“

人工智能：智能链接世界，构筑人机和谐

”

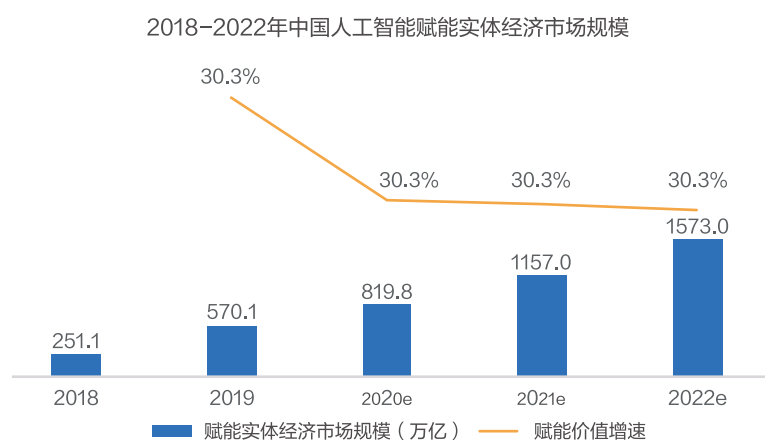
01

人工智能技术背景

人工智能旨在了解智能实质，让机器通过视、听、读等学会分辨事物、理解人类意图，并能通过对环境的感知采取合理的行动，最终构造出能够像人一样感知、认知、决策的类人智能系统，涉及机器学习、机器视觉、自然语言处理和机器人技术等。目前人工智能技术表现出来的更多是“人工的”智能，依靠人工帮助机器拓宽可学习的规则及数据的边界，依靠学习算法来适应尽可能多的场景变化。虽然此类方法尚未赋予机器完全的认知智能或决策智能，但已经在多个行业及应用场景产生了商业价值，明确的商业价值为人工

智能行业带来了更多的资本投入，使人工智能得以持续高速发展。未来人工智能主要发展的方向为无监督/自监督学习、强化学习、复杂开放场景下的智能识别等，将通过基础理论和技术的发展推动可信AI、多模态与跨领域识别、认知推理、自主学习等领域的性能提升，为更多行业及应用场景带来颇高的商业价值。

在人工智能由感知智能向认知智能发展过程中，机器视觉技术是“视”发展的关键技术，机器既要能够分辨标准化的图像数据，也要理解复杂开放环境下的场景特点。语音语言等自然语言处理技术是“听”、“读”、“说”发展的关键技术，机器除了需要能够识别语音外，还需要掌握语义表示、理解用户意图、进行知识推理，以达到人机交互的目的。因此本章节对人工智能的阐述聚焦于机器学习、机器视觉及自然语言处理三类主流技术，通过分析三类技术的发展变革趋势，洞察技术落地应用前景和未来价值所在。



数据来源：艾瑞咨询《2019年中国人工智能产业研究报告》

图 2.1 2018-2022 年中国人工智能赋能实体经济市场规模

02

技术发展趋势及发展挑战

2.1 技术发展趋势

人工智能先驱、图灵奖获得者 Yoshua Bengio 在 NeurIPS 2019 大会报告中讨论了人工智能发展的方向。他肯定了人工智能已经在“听、说、看”等感知智能领域达到甚至超越人类水准，但在外部知识、逻辑推理以及领域迁移的认知领域的发展还处于初级阶段。认知智能将从认知心理学、脑科学中汲取灵感，并结合知识图谱、因果推理等技术，建立知识表示、推理的有效机制，实现从感知智能到认知智能的关键突破。

► 机器学习：

关注如何用计算的方法从历史经验中模拟类人学习行为，获得类人能力，是目前增强人工智能的重要方法之一

机器学习按照学习方式可分为监督学习、无监督学习、半监督学习、强化学习。结合传统机器学习方法，以神经网络为基础的深度学习是近 10 年机器学习领域发展最快的一个分支，新的方法层出不穷。随着芯片算力的提升以及可采集数据量的急速增长，服务于深度学习的神经网络计算系统和体系架构也得到了飞速的发展，机器学习模型的复杂度逐渐提



图 2.2 机器学习分类

高，模型学习的效果也不断提升。另一方面，随着新场景新问题的不断出现，结合特定场景的机器学习范式也不断被提出，代表了未来机器学习发展的方向，例如迁移学习、对抗学习、分布式学习、元学习、联邦学习、可解释学习、轻量学习和量子机器学习等。

▪ **数据维度上，通过半监督、无监督和强化学习降低人工标注成本：**监督学习利用大量的标注数据来训练模型，利用模型预测未知数据的标签。但在现实世界中，获得大量的带准确标注的样本非常困难。半监督、无监督和强化学习可以部分依赖或者完全不依赖于任何标签，通过对大量数据内在特征的挖掘或与环境的交互反馈，找到样本间或样本与环境之间的关系，通过利用给定数据寻找隐藏结构和联系，进而预测标签，节省了人力标注数据的时间和成本，甚至在某些任务上，可以达到或超越人类的能力。正因为如此，图灵奖获得者、FaceBook 人工智能实验室主任 Yann LeCun 教授也将无监督学习称为“下一个 AI 前沿”。

▪ **学习维度上，从关联关系挖掘到因果关系推理：**深度学习本质是一种数据驱动的学习方法，虽然能够从大规模复杂的高维数据中挖掘出人不易察觉的关联关系，并依此做出相对准确的决策推断，但仍然存在“知其然不知其所以然”的局限。通过探索复杂知识的表示，构建知识与数据协同驱动的建模学习方法，实现学习机理从感知的关联关系挖掘到认知的因果关系推理的进化，能够给出更符合人类认知、可解释的模型决策。

▪ **方法维度上，机器学习方法朝着多样化发展：**以前，机器学习研究主要关注基于统计和规则的通用性方法，随着近年来机器学习理论的不断发展和进步，陆续提出了结合特定场景下的学习方法，例如深度强化学习、多视角学习、元学习、连续学习、终身学习、迁移学习、对抗学习、分布式学习、联邦学习等新方法，显著推动了机器学习理论的发展和应用范围。例如，根据数据的丰富和缺失程度，多视角学习和元学习已经被应用于解决机器视觉、领域迁移等场景下的技术问题。深度强化学习已经在人机对弈领域，例如围棋、星际争霸等人机对抗任务上大显身手。可以预见，未来十年将会有更多智能程度高、资源消耗低、应用效果好的机器学习方法被提出，例如可解释学习、轻量学习和边缘计算、量子机器学习等，并获得广泛应用。

► 机器视觉：

大规模视觉分析识别准确率不断提升，落地于部分实际应用场景，但复杂开放场景的应用尚未广泛铺开

机器视觉研究如何使计算机能够像人的视觉系统一样处理并识别数字图像，将图像和视频转换成几何和语言的描述，借助几何、物理、统计和机器学习等理论，完成目标的分类、识别、分割和跟踪，场景的重建与增强、事件的检测等任务。

深度学习解决了传统视觉处理中特征提取的人工经验依赖问题，使得机器视觉技术在安防、工业检测、自动驾驶等场景下快速普及。但从更为广阔的场景来看，机器视觉技术成功落地的场景相对有限。目前机器视觉技术致力于提升非限制性场景下的稳定性与跨场景的通用性，以期具有更广阔的落地空间。

▪ **多模态融合提高分析准确率：**各类机器视觉分析任务都存在两个共性问题：应用场景的复杂多样化带来

准确率下降，数据规模的上升带来准确率下降。多模态融合致力于将表征视觉对象不同类型的数据映射到同一公共空间，实现各类数据的互补融合，对事物进行多角度分析判断，提高下游任务的准确率，从而可以满足更多实际场景的应用要求。

▪ **从被动感知到主动感知：**主动感知即在视觉系统中加入反馈机制，使得机器在视觉感知时可以自主选择。生物视觉由于具有主动选择的能力，所以其在视野、分辨率、三维感知与能量消耗方面得到了较好的平衡。机器视觉在从被动感知向主动感知发展的过程中，需要在机器视觉系统中考虑上述生物视觉的平衡，实现从感知、响应到行为的闭环。

▪ **通用型视觉学习：**通用视觉学习技术旨在突破单个视觉任务单个解决的静态训练的桎梏，打造能跨越不同视觉领域和任务的通用动态模型，实现零售、物流、金融等场景下跨不同领域之间的自动游移和跨越任意空间的学习。

▪ **边缘视觉计算：**边缘视觉计算技术为各种带有视觉感知器件的设备（如手机、行车记录仪、安防摄像头等）赋予视觉计算能力，使之成为新一代智能设备，通过与硬件厂商合作，为不同应用开发定制化的边缘视觉硬件产品，通过边缘视觉设备对物理世界多模态信息的实时感知和深入理解，为零售、供应链、城市管理、灾备应急等场景提供货物、车辆、人员搜索服务。

► 自然语言处理：

超算力大规模表征学习推动可解释认知，助力拟人化人机交互技术，提供可信赖服务

自然语言处理是人工智能皇冠上的明珠。自然语言处理旨在将人类语言转化成机器可处理的形式，借助机器完成分类、匹配、生成以及对话等任务。随着算力的提升和数据的不断积累，基于深度神经网络的模型展示出了巨大潜能。目前，语言表征学习作为自然语言处理的基础，得到了广泛的关注，出现了一系列基于自监督的预训练语言模型，极大地提升了下游任务的性能。此外，知识与数据的结合将驱动模型的可解释认知能力的提升，将成为主要研究方向，助力拟人化人机交互技术不断提升，进而为可信赖服务型 AI 的落地夯实基础。

▪ **超大数据上的自监督学习：**目前以 GPT-3 为代表的语义理解模型，通过暴力美学进一步证明了“熟读唐诗三百首，不会作诗也会吟”的概念不仅适用于人，同样适用于机器。目前，在超大规模自然语言数据上可以开展自监督学习，在多个自然语言基准测试中取得当前最好的性能。这些表明了自监督学习在超大数据量下强大的自我探索学习能力，推动自然语言处理技术向前迈进了一大步。但其在上下文理解等测试环节中，依然逊色于依靠标注数据及精调的模型，这表明自监督学习在无人工干预下仍存在一些应用限制，因此如何训练自监督学习模型更好地理解语义，为机器赋予知识学习能力是目前自然语言处理技术的发展趋势之一。

▪ **知识与数据结合驱动：**自然语言理解从本质上来讲是从无结构序列中预测有结构语义。预测是建立在对话语言结构分析的基础上，涉及很多相关的任务，比如词性标注、命名实体识别、指代消解、依存分析等。虽

然深度学习显著推动了这些任务的发展，但其本质上是一种数据驱动的语义理解模式，在应用中也暴露了一些问题。在自然语言处理中，融入知识指导，通过知识和数据两者联合更好地理解语义。知识指导涉及知识的大规模表示和建模，知识图谱是其中最主要的形式。可以预见，未来知识图谱将朝着数据规模更大、模式和关系更丰富、更新更加频繁、建模方法更加自动和智能的方向发展。

▫ **赋能垂直场景认知能力：**目前人工智能的认知能力虽然较弱，但在部分垂直领域，不依赖大量常识/知识的机器认知已取得较大进步。例如，在对话系统中，可集成众多最先进的自然语言处理技术，包括理解、记忆、常识/知识、表达、推理等技术。可以预见，针对多轮对话复杂度指数级增长的问题，利用自监督学习和强化学习，未来可以让机器探索更多潜在发展空间，突破监督学习中人工标注的规则限制，让机器能自主学习甚至探索学习资料范围以外的对话空间，不断提升其认知能力。

▫ **多模态拟人化人机交互：**面向复杂自然交互场景，多模态人机交互服务是人工智能的重要技术需求。在深度学习、强大算力和海量数据的推动下，计算机系统从数值计算和信息处理进一步发展成为语音、视觉、文本等多种模态与人类直接交互的人工智能系统，实现拟人化，即在语音识别与合成、视觉理解、情感理解、意图理解、对话决策、文本生成等方面具备类似于或接近于人类的能力。在应用层面上，如智能客服、智能营销、旅游咨询、医疗问诊等场景，可以提供接近于行业专家水准的拟人化服务。

2.2 发展挑战

▶ 发展可信赖的 AI

在 2019 年乌镇世界互联网大会上，京东提出可信赖的 AI，其包含六个维度。一是体现技术挑战的三个维度：稳健性、可复制、可解释；二是体现人类社会责任与价值的三个维度：公平、价值对齐（技术提供者、使用者和产品应用方都认可产品带来价值）、负责任。其中，稳健性是一个巨大挑战。人工智能模型面临着对抗攻击的挑战，攻击者可以通过修改训练集或测试集的数据误导模型的预测，造成严重的后果。当前深度学习被广为诟病的是其决策过程中的不透明和不可解释性，因此，可解释性也是人工智能模型面临的另一个挑战。图灵奖获得者，贝叶斯网络之父 Judea Pearl 教授认为目前机器学习仅仅是在拟合数据和概率分布曲线。变量的内在因果关系不仅没有被重视，反而被刻意忽略和简化。纽约大学的 Gary Marcus 教授也指出“深度学习不是万能溶剂，只是众多工具中的一种”。虽然他的观点遭到了图灵奖得主 Yann LeCun 和 Yoshua Bengio 等众多专家学者的辩驳，但也一定程度地反映了深度学习模型可解释性的不足。开发具有真正意义的智能机器，可解释性是必然要迈过的一道坎。此外，人工智能算法的公平性问题也广泛地引起业界的关注，焦点集中在人工智能系统在做决策时，是否会对弱势群体造成不利的影 响。人工智能的发展还面临着很多挑战，例如，如何处理小数据、无数据、噪音数据等情况；如何结合知识信息进行学习；如何突破现有的学习框架；如何解决直观感知问题中的知识推理等。

▶ 突破复杂知识表示学习的局限性

知识表示学习是实现机器认知智能的一个关键技术，是知识的重要表示形式之一。知识图谱以图结构的形式描述真实世界中概念或实体之间的关联关系，体现了大规模数据的高度纠缠且彼此相关的特性。人工智能的许多成功的算法都可以理解为表示学习，如概率建模的隐变量模型和端到端的深度学习模型等。然而，由于算法存在噪声大、鲁棒性弱以及高时间复杂度等问题，会影响到表示学习的效率。同时，针对大规模多源异构的图数据，表示学习的有效性、学习效率和可扩展性是目前知识表示学习的主要挑战，需要探索更有效的知识表示方式，实现机器对于知识的完美学习。

▶ 探索基于海量数据的学习

互联网上存在着海量的数据，人工标注数据只是其中的“沧海一粟”。如何从海量数据中挖掘出有效的信息是一个很大的挑战。GPT-3 展现了海量数据学习的巨大潜力，因此在这个方向进行更多探索具有很大的想象空间，可以拓展的工作包括自适应的无监督/自监督学习方法、迁移学习和元学习方法、多模态数据学习方法等。

▶ 提高复杂开放环境下的识别精度

虽然人工智能应用已经呈现增长趋势，但是真正大规模成熟的应用依然屈指可数。在非标准化场景下，人工智能算法的通用性受到限制。从适应性角度来说，算法需要更广泛地运用自监督学习模型，通过基础数据的学习自适应到新的场景中，通过多模态融合和不同模态数据的互补提升整体的识别精度。从算法与工程（场景标准化）设计融合角度来说，工程上重点突出如何将场景设计标准化，算法如何适用于更加具体和聚焦的应用场景，这也是一个重要的技术挑战。鉴于开放世界的复杂性和应用场景的多样性，在实际应用中将有大量的具体工作需要推进和落实。

03

关键技术点

当前人工智能的表现能力主要来自其强大的归纳能力和泛化记忆能力，还没有认知理解能力和逻辑推理能力。在自然语言处理领域，最新提出的预训练语言模型 GPT-3，依据大量语料中词汇出现的统计概率，可以更好地答题、翻译、写文章，还带有一些数学计算的能力，但是其“思考方式”依靠模型体量而不是依靠世界运转的规则。在多方应用场景中，机器归纳能力和泛化记忆能力的持续提升，虽能带来持续的商业价值，但人工智能技术产生巨大变革的关键是赋予机器认知和推理能力，这也是未来人工智能发展的主要方向。

在商业落地中，要科学地审视当前人工智能技术的优势和局限，准确把握其发展趋势，确保算法模型与应用场景完美契合，让人工智能技术大规模普及应用。

3.1 发展人工智能的理论与技术，让机器更加“智能”

► 知识与数据联合驱动的 AI

清华大学人工智能研究院院长、中国科学院院士张钹教授在「纪念《中国科学》创刊 70 周年专刊」上发表署名文章，首次全面阐述第三代人工智能的理念，提出第三代人工智能的发展路径是融合第一代的知识驱动和第二代的数据驱动的人工智能，同时利用知识、数据、算法和算力等四个要素，建立新的可解释和鲁棒的 AI 理论与方法，发展安全、可信、可靠和可扩展的 AI 技术。在这一框架指导下，需要深度探索以上四个要素的有效协同方式，推动人工智能理论和技术发展前进。

► 基于超大规模数据学习的 AI

目前，拥有 1750 亿参数的 GPT-3 和吃下整个维基百科加一万多本书的 BERT 为代表的预训练语言模型，说明深度学习具备了强大的自我探索学习能力和新场景泛化能力。超大规模数据学习的巨型模型是否是实现通用人工智能的有效途径呢？这引发了学术界和产业界的大讨论。进一步发展超大规模深度学习的理论与技术，构建具有更强通用性和泛化能力的人工智能模型，也是有待深入探索的关键技术点。

► 新型智能计算架构

目前学术界和产业界均广泛认识到当前数据驱动人工智能方法的局限性，开始探索各类更“智能”的 AI 计算架构。典型工作包括：图灵奖获得者、多伦多大学的 Hinton 教授提出的胶囊网络；模拟人脑工作机理的类脑计算模型，例如脉冲神经网络等。通过探索新型计算架构，解决当前可解释性差、鲁棒性低和资源消耗高等问题。

3.2 科学认识技术的优势和边界，推广人工智能技术的应用

► 突破多模态知识融合瓶颈 AI

多模态知识融合是人工智能的关键技术，在表征学习、多模态信息融合机制、信息交互建模等方面需要取得技术突破。融合视觉、语音、文本等多模态信息对场景问题建模，实现可解释性的智能推理，解决低资源场景下的建模迁移和新场景下的冷启动建模；面向视觉与语言（图像、视频、文本）的跨模态数据，设计通用的跨模态图像 / 视频语义特征学习算法以及跨模态高阶特征交互算法；为克服结构差异对多模态表示造成的影响，充分融合不同模态的显著性特征，需要多模态信息及其内外部知识的嵌入式学习方法，建立认知数据支持的深度特征学习机制与关联表示模型。

► 模型压缩和自动机器学习

随着 IoT 设备的广泛部署和端侧人工智能的兴起，开展模型压缩和轻量化的边缘计算研究与应用，提升端侧设备的智能化程度，降低资源消耗是人工智能技术落地的重要需求。此外，由于应用场景复杂多样，如何结合业务和数据特点开展自动化机器学习，自动探索与业务场景适配最佳的智能化模型，也是提升人工智能技术可用性的一大趋势。

► 人工智能技术与应用的深度融合

目前对于基于深度学习的方法，人类还没有充分理解其内在的决策逻辑，使得在很多应用上像“玄学”一样，模型调优和优化需要大量的人工干预，不同场景需要定制化的处理技术。人工智能技术与应用的深度融合是一个需要重点关注的问题。对应用场景施加少许影响不大或不难实现的约束，提升其标准化程度，则有可能大幅度地提升人工智能技术在该场景下的可用性。只有理解了机器能力的边界，使应用场景与之适配，才有可能使得人工智能技术批量化大规模落地，通过科学化的工程实现人工智能的商业价值。

04

技术应用及价值

4.1 商业化落地

► 机器学习

机器学习技术赋能供应链的设计、定价、营销、配送等各个环节，打造高度协同、自组织和自优化的智能供应链，进一步提升供应链的协同性、敏捷性和需求创造能力，实现供应链的数字化转型与智能化升级。例如，利用机器学习技术对消费者进行精准解读，将消费者对产品的感受直接反馈到企业生产制造端。由于智能反向定制更加全面高效，将改变整个商品设计行业，大大缩短新品上市周期；利用机器学习技术可以学习用户购物行为，能够实时动态调整商品价格，对比现有的人工定价，智能定价更加精准、可量化且能支持实时定价，将改变线上零售产品的定价方式等。

► 机器视觉

机器视觉可广泛应用于生产、流通和服务领域。在工业检测中，机器视觉技术主要用于自动化生产流水线，用于非接触精密零件尺寸测量、产品表面质量检测与监控；在流通领域，用于高速路车牌识别；在服务领域，用于超市条形码检测、上下班指纹考勤、人脸识别考勤、医学影像检测等。同时，在行为监测、生产流程管理以及工业品质量监管等方面有较大的落地前景，人力成本的提升导致企业对此类技术有强烈的需求。此外，结合通用型视觉计算，可以贯通零售、金融、物流场景下的所有计算机视觉相关技术，包括商品图像检索、对象检测、属性识别、文字识别、动作检测与识别等。仅凭借通用的动态模型就可在跨越不同领域、

任意空间进行学习，提升模型通用性，大幅度降低模型存储和运算消耗。

► 自然语言处理

自然语言处理的应用场景非常广泛，比如搜索，客服，翻译，教育，金融，法律，商业智能等，其中的内容生成、机器翻译与智能客服是目前商业落地的主要应用。针对内容生成，它可以赋予计算机像人一样写作的能力，撰写出高质量的自然语言文本，该技术在智能问答、对话和人机交互系统有着广阔的应用前景，最终将有可能改变广告行业、文字创作行业、新闻出版行业等的商业模式。此外，在政务、电商、医疗等垂直领域，鉴于所面临问题相对聚焦和明确，领域限定的任务型机器翻译和智能客服也有较多的落地应用。

4.2 技术与 5D 的连接

► Deep Tech:

数智化更多地融合于行业、业务场景之中，极大促进了行业的“数字基建”，达成 Deep Tech。

► Deep Connectivity:

多样化的机器学习方法将促进人工智能在各场景中的落地应用，使人工智能技术与场景需求实现更密切的融合，推动 Deep Connectivity 的发展。

► Deep Data:

标注数据显著推动了人工智能的发展和落地应用，随着技术进一步发展，无监督学习等技术将使未标注数据也得到有效利用，推动 Deep Data 的发展。

► Deep Intelligence:

机器通过 Deep Data 实现的多模态融合的数据源，利用更多维度的数据分析判断事物，提高了机器视觉及自然语言处理的识别及分析准确率，推动了 Deep Intelligence 的发展，使人工智能变得更加智能。

► Deep Purposes:

大数据、人工智能、“数字基建”在各行业的落地、应用，共同实现了 Deep Purposes，让多个行业从人工智能的发展中获得经济价值。

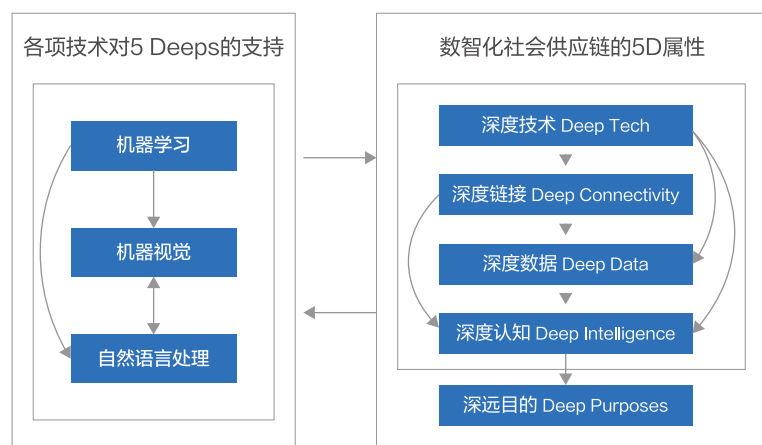


图 2.3 人工智能技术及 5D 属性关系

05

京东人工智能技术与应用优势

5.1 数据积累深厚，应用场景丰富

京东集团依托自身业务，在零售、物流、金融、健康及智能城市行业中积累了丰富的数据，可以利用多维度的丰富数据对机器学习算法进行训练，同时丰富的业务场景可以让算法模型在实际环境中进行测试并优化。目前京东集团已在多个业务场景中应用人工智能相关技术，服务超过 10 亿用户。例如，在今年“京东 11.11”当天，京东情感智能客服累计服务 6552 万次，京东智能分析平台调用量超过 1 亿次。京东零售利用智能供应链的技术对 3.3 万个品牌、超 500 万种自营商品进行智能预测、自动调拨和智能履约，保持行业领先的周转效率。京东自主研发了全球首个全流程无人仓——上海亚洲一号智能园区三期。京东物流实现中国大陆区县覆盖率 100%，全国 90% 区县实现 24 小时达，800 个物流中心，30 座大型智能化物流中心“亚洲一号”，全流程无人仓每日包裹量可达 20 万个，效率达到传统仓库的 10 倍。



图 2.4 京东集团人工智能应用场景

5.2 言犀：智能人机交互平台，助力客户实现服务数智化升级

京东致力于发展智能人机交互技术，成功打造了智能人机产品“言犀”，实现人机交互与人机协同多模式服务。“言犀”是融合京东自身十年客户服务与营销的最佳实践，是业界领先的全链路 AI 能力的服务数智化平台级产品。“言犀”向上承接集团“数智化社会供应链”，即用数智化技术链接和优化社会生产、流通、服务的各个环节，实现降本增效；向下促进技术与业务的协同创新，打造智能人机交互与营销平台，将领先的人工智能技术与业务场景应用深度融合，提供全自研、一体化的产品及服务矩阵，引领行业最佳实践。京东智能人机交互服务“懂业务”，同时“更懂你”。

懂业务：

面向政企客户人群提出“懂业务”的标签，领先的 KG，结合多年行业积累，理解业务所需：a. 帮助各级政府及相关委办局增强公共服务能力，提升实现接诉即办及跨部门的高效协同，为打造服务型政府提供数智化能力支持，帮助公众快速获取有效信息并实时交付反馈，提升公众满意度；b. 帮助中大型企业客户，提升客户服务质量、体验，实现降本、增效、提升业务转化，提升企业开源获客能力；

更懂你：

面向广泛的用户群体提出“更懂你”的标签，京东自研全栈 AI 能力，更好的感知用户的真实意图，情感变化，了解用户的真实需求，并匹配最佳的知识应答，解决用户关心的问题，从而提升用户满意度。



图 2.5 言犀智能人机交互平台架构

在生产环节，可以针对现阶段传统人工质检的痛点，即人工耗用巨大、数据无法收集和质检效果不稳定这三大问题，利用人工智能技术来助力柔性生产，实现高精度、易适应的智能质检。在流通环节，可利用人工智能技术赋能物流场景（如物流人员操作流程管理）。由于传统物流场景中对于分拣操作规范性的鉴别全部依靠人工，占用大量的人力资源，且难以达到全面的、实时的监控。借助通用视频分析平台则可以利用人工智能技术实现全自动的分拣操作规范性监测，规范物流人员的操作流程。最后在服务环节，人工智能可以多维度地改善用户体验，例如支持用户手机拍照购物的拍照购，它可以有效地帮助客户提升商品搜索效率。此外搭配购凭借人工智能技术也可实现从时尚选品、搭配生成、搭配效果合图、营销短文生成的全自动流程。基于京东海量精细化场景数据和领先的视觉技术，打造内容合规审核平台，它可以深度理解视频、图片等内容，自动识别违规内容，规避内容系统风险事件发生，大幅减少人工审核成本。

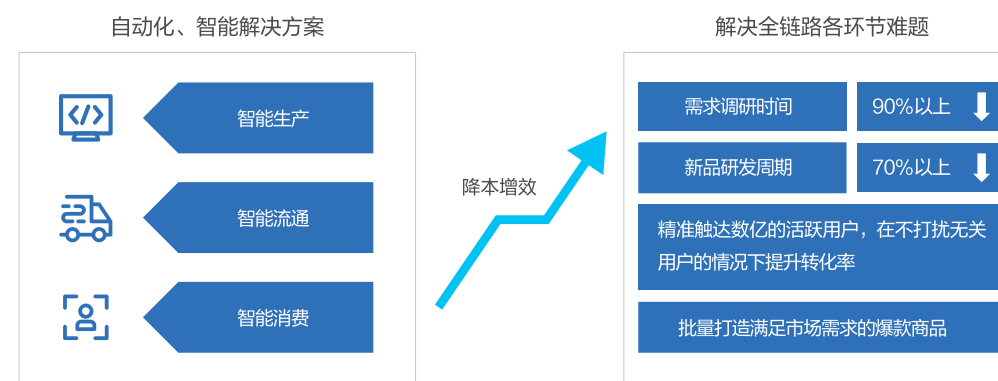


图 2.6 C2M 智能工厂推动全链路数智化转型

5.3 “C2M 智能工厂” 推动产业数智化转型

京东“C2M 智能工厂”通过人工智能、5G、物联网、云计算等技术，把生产、流通、服务整个供应链环节串联起来，把消费者需求传导给工厂，让工厂能够提前预知市场的变化，按照市场的需求来设计研发和生产消费者需要的产品，降低试错成本，提升创新能力和消费者满意度。

作为 C2M 智能工厂的新标杆，京东“C2M 智能工厂”所构建的云-边-端协同实施架构体系，用自动化及各类传感设备模拟了人的“手”、“眼”、“耳”和“触觉”，用人工智能算法模拟人的“认知”和智能化生产的执行能力，在边侧提供统一管理的“制造执行大脑”，能够覆盖从需求分析、研发设计、采购供应链、生产制造、质量管理、仓储物流到销售服务全流程的细分环节，为企业实现一站式的数智化赋能。京东“C2M 智能工厂”打造的需求转换平台，将消费端需求，转换为制造端可设计、可追溯、可量化、可定价的生产元素，从而链接制造端研发、管理、生产、运维、服务全流程，实现了消费端与制造端的握手。

借助京东“C2M 智造工厂”的柔性生产能力，企业可以拥有快速的供应链反应能力，能够适应消费者个性化的需求和灵活批量的生产要求，实现按需下单、即卖即产，更精准地把握市场需求，一举化解产销脱节、库存积压等难题，达到提升效率降低成本的目的，从而进一步实现制造协同化、服务化、智能化。

06

人工智能技术变革趋势及社会价值赋能

在机器真正具有知识理解和推理能力后，人机交互会变得像人与人之间一样自然，通过自然的交互会对机器产生更多的信任感。同时，人们根据机器对知识的掌握量来了解其能力边界，人类对人工智能的能力有了清晰的认知，逐渐进入与人类分工明确的人机协作阶段。随着脑科学和人工智能的共同发展，对人脑结构及思考方式有了量化的认知，自此便进入人机融合的发展阶段，人类将通过与机器融合弥补自身缺陷，变革式的能力升级将加速人类在各类前沿领域的探索速度。

6.1 人机交互 - 人机协作 - 人机融合的发展路径

人机协作阶段，机器与人进行互补，将在服务行，甚至是在领域辅助决策上发挥一定的作用。人机协作使部分行业流程实现自动化后，可以弥补人类能力的不足和减轻人类工作的负担。人机融合阶段并不是机器取代人类，而是人类通过与机器融合变成“超人类”，改变现有的工作模式和生活方式。

6.2 人工智能与社会经济深度融合，构筑智能经济新形态

当前人工智能与社会经济尚处于初步融合阶段，随着人工智能技术的变革，人工智能的溢出带动‘头雁’效应将得到充分发挥。通过结合不同行业、不同区域的特点，将构建数据驱动、人机协同、跨界融合、共创分享的智能经济形态，构筑数智化社会供应链的数字孪生生态，为城市、农业、交通、医疗、制造、教育等领域高质量发展提供新动能。



“

物联网：发展物联计算，构筑数字孪生供应链

”

01

物联网技术背景

物联网（IoT, The Internet of things）是人、物、服务泛在相连的互联网，具有物体感知、信息传输、智能处理的基本特征。持续创新的物联网技术与社会消费、工业生产密切融合，逐步形成了消费物联网（C端）、产业物联网（B端）、数字城市等新型信息产业，构筑数智化社会供应链体系，推动传统产品、设备、流程、服务向数字化、网络化、智能化的方向发展。

物联网行业的发展目标是成为物理世界和数字世界的连接枢纽，融合两个世界的文化观和世界观，改善人类社会的生活体验，提升产业效率。根据艾瑞咨询的数据统计，截止至2019年中国物联网设备连接量已达45.7亿个，预计2019年-2025年中国物联网连接量将以27.8%的年复合增长率持续增长。同时根据中国工业和信息化部统计，截止至2020年6月，蜂窝物联网终端用户数已达到11.06亿，其中应用于智能制造、智慧交通、智慧公共事业的终端用户占比分别达21.1%、18.2%、21.4%。中国物联网在设备接入量增长迅猛，应用场景百花齐放。

02

技术发展趋势及发展挑战

2.1 技术发展趋势

► 物联网设备：

芯片朝着低功耗、集成化，接入技术朝着多样化、场景化发展

物联网设备硬件主要由各种感知器件、控制器件和通信模组组成。随着芯片设计和流片技术朝着 7 纳米、5 纳米发展，器件和模组在芯片上的集成度越来越高，整体性能不断提升，功耗不断降低。传统接入技术分为短距离即局域网接入（WiFi、蓝牙和 Zigbee 等）和长距离即广域网接入（NB-IoT、LoRa、2G/4G 等）。接入技术呈现多元化的发展趋势，新兴的短距离接入技术有 WiFi6、Li-Fi、6LoWPAN 等，长距离接入技术有 5G、6G、低轨卫星等。同时，接入技术需要场景化发展，满足应用场景需求，如：5G R16 版本针对工业互联网场景以及车联网的应用需求进行标准化设计，满足场景的多接入、低延时、高可靠的需求。

► 数字孪生：

从设备孪生向场景孪生发展，最终走向数字孪生供应链

数字孪生被 Gartner 列为 2019 年十大战略性技术趋势。目前，物联网行业依然处于数字孪生的初级阶段，即发展设备孪生为主的阶段。设备孪生通过采集数据，对设备进行数字化建模，与物理世界实现感知交互。随着物联网设备及用户的增多，不同设备之间的数据连接将产生更大的应用价值，物联网行业将会逐渐进入场景孪生阶段，即各场景中的人、设备、流程在虚拟世界中进行连接，通过虚拟世界的交互完成各场景

中的任务。随着场景孪生的程度逐步深入，供应链多个场景孪生将进一步连接，形成更大范围的数据交互和服务协同，最终走向供应链数字孪生。在此进程中，数字孪生的方法和技术将越来越丰富，建模精度将越来越高，在商业活动中的价值也将不断提升。发展商业数字孪生技术平台，智能决策深化将成为趋势。

► 边缘计算：

人工智能向边缘延伸，网络计算场景化和多样化

人工智能是物联网系统的大脑。利用边缘计算技术改造物联网的前端组件，将云端处理任务交由边缘端执行，满足物联网应用场景对更高安全性、更低功耗、更低延时、更高可靠性、更低带宽的要求，成为物联网发展的关键趋势。在此背景下，为了应对计算资源均衡化、响应延迟优化、宽带成本优化、保护数据隐私的挑战，边缘 AI 自助式建模将会是研究热点，边缘 AI 推理会在计算类型、计算架构等方面有新的发展。面向物联网云-边-端协同计算的趋势将会出现，AI 任务智能分发及调度技术会产生。

► IoT 应用平台：

事件驱动的流式计算将成为 IoT 应用的核心计算形式

云端目前已经积累了一批丰富的应用形态，在物联场景中，由于数据传输成本和实时性的考量，新的应用形态经常需要跨云、边、端多方，将云端原有应用完全迁移或部分迁移到边缘设备上成为趋势。未来 IoT 计算架构将呈现流式计算的特性，流式计算拓扑合理部署在跨云-边-端多层的异构计算架构上。IoT 应用框架将物联应用拆分成更小粒度的分片，以任意组合在终端、边缘和云端等不同环境上无缝运行。IoT 应用框架提供跨云-边-端的运行框架，对应用屏蔽计算环境差异性，按照计算资源状况动态调配分片部署与运行形态，是服务于该计算架构的最佳形式。IoT 操作系统将会出现，相关支撑技术，如事件网关平台、流式事件处理也将成为技术研发热点。

2.2 发展挑战

► 设备互联：

物联技术顶层标准设计和物联系统建设均存在不同程度的挑战

物联技术顶层标准设计缺失，没有统一的标准和规范，导致设备互联互通充满挑战。统一的标准和规范是发展物联网产业的重要先决条件。当前行业各方都在建设自己的物联体系，没有统一的标准，设备之间难以互联操作，系统之间也割裂分散，导致互联设备规模增长缓慢，无法有效地发挥物联价值。物联网是建立在多种行业和多种标准共存的异构网之上的，需要支持多种不同类型和模态数据间的有效通信。物联网标准

体系的制定需要统筹考虑网络的异构性，同时需具备一定的行业前瞻性。这方面虽然有一定进展，例如工业物联网领域正在推广的 OPC UA 协议。但物联网标准的制定还有很多技术和商业模式上的挑战有待解决，这将是一个长期探索和不断完善的过程。

存量设备接入方面，现存大量的非智能设备以及烟囱式系统，导致物联系统建设成本高。互联网解决人与人连接的问题，发展出一个全新的虚拟数字网络。物联网解决万物互联的问题，是物理实体世界和虚拟数字网络互相影响、共生发展。现存的大量非智能设备一次性智能化升级成本过高，为解决这一问题，需要挖掘物联网场景的数据价值，以此驱动行业进行应用导向的物联化转型。

► 数据处理：

从物联网设备采集的超大规模多源异构时空数据在存储、处理、分析等方面均面临挑战

物联网设备的规模，远远大于现有互联网节点的规模，现有的数据采集、存储、处理、分析能力面临挑战。例如，传统关系型数据库在存储多源异构时空数据时，会持续产生高并发操作，存在存储成本大、维护成本高、写入吞吐低、数据延迟高、查询性能差等问题。因此需要搭建新型时序数据库，对写入、存储、查询等流程进行优化设计，以满足物联网时序数据的存储要求。同时，数据处理和分析方面将涌现出一批新的挑战，需要发展新的计算技术予以推动解决。例如，由设备所有权分散导致的数据拥有权分散的问题，需要新的多源异构数据融合技术来解决。

► 应用价值：

分布式云边端计算环境差异大，通用扩展型应用开发难度大、时间长

分布式云-边-端计算方兴未艾，应用价值有待凸显。随着数字孪生进程的不断深化，物联网系统需要在边端节点提供更多的实时计算能力。云-边-端计算打破了云计算传统集中式计算的单一模式，提供了更加灵活的计算架构，支持设计与应用特点适配的高效计算技术，提供了更广阔的技术选择。然而，终端设备和边缘节点类型多种多样，运行环境复杂多变，计算能力参差不齐；加上多云混合环境的影响，导致通用扩展型应用开发难度大、时间长，应用价值不显著，影响物联建设周期。如何构建新型云-边-端计算框架，平衡大规模数据的网络传输和平台处理能力，保证云-边-端的协同性和整体服务质量，凸显应用价值，成为物联网发展应用的重大挑战。同时，随着供应链多方的物联化，如何在保障各方数据物权的前提下，实现物理隔离的多方数据的融合共享计算和应用，最大程度地释放数据的价值，也是物联网的发展挑战之一。

IoT 应用开发平台和开发者生态亟待构建。物联应用中，IoT 设备的多样化带来了交互模式多样化、系统设备异构化、应用形态碎片化的特点，对开发带来新的挑战。如何构建 IoT 应用引擎，开放 IoT 应用技术能力，赋能应用开发者，构建物联场景下有竞争力、吸引力、盈利能力的生态，也将成为物联网应用发展的重要挑战。

► 物联安全：

随着物联设备规模发展、应用领域不断增加和深入，物联系统的安全问题会变得更复杂、影响也会越来越重要

泛在互联的趋势，导致物联技术对生产、生活的价值越来越大，安全性问题的影响也会越来越大。物联安全发展挑战将表现在物联网的各个方面：在实体层面，保证所有设备的可靠性和安全性是整个数智化供应链运行的基础；在网络层面，过时的软硬件、软硬件本身存在的漏洞、不合理的配置以及传输过程中的恶意攻击和数据截获等，会对安全性能产生较大的影响；在应用层面，边缘计算节点不仅要保证实时性，还要保证原始数据流的安全隐私性。同时，随着云计算的普及，云平台也面临着内部入侵、违规接入等安全性问题。目前物联安全设计工作主要从网络局部出发并分散开展，然而，物联安全保障不是一个孤立的问题，是一个需要从全局角度出发统筹规划的系统工程。

03

关键技术点

3.1 数字孪生

数字孪生通过在虚拟空间中对物理世界资产、组件、过程及系统单元的建模，实现现实与虚拟深度融合的呈现、响应和分析。数字孪生具有全生命周期、（准）实时、双向三大特征，发展数字孪生需要深厚的技术沉淀。如何充分利用物理模型、传感器更新、运行历史等数据，提高数字孪生建模精度；如何建立本体和孪生体之间全面的实时或准实时联系，构建二者的双向数据流动机制；如何根据孪生体反馈的信息，对本体采取进一步的行动和干预；如何基于数字孪生提升物联网产品包括设计、开发、制造、服务、维护乃至报废回收的整个周期的服务质量，这些都是有待进一步探索和解决的技术问题。

3.2 云-边-端计算框架

数字孪生阶段，物联应用将持续产生复杂的多模态异构数据，数据计算需要跨云-边-端多方的共识已形成。随着设备数量的增长和数据规模的不断扩大，物联场景下的云-边-端计算将构成一个极具挑战的技术场景，具有大规模、高复杂度、时序动态、强交互性等一系列的特征。在此背景下，如何设计计算框架，使得整个物联网系统具有高性能、分布式、高灵活性的特点，将成为关键技术点。此外，不同物联应用的特点各不相同，如何构建云-边-端计算的应用自适应能力，能够结合应用、数据、拓扑和资源特点，自动形成与之相适的计算方案，也将是一个非常关键的技术问题。

3.3 IoT 应用框架

随着物联应用的兴起，IoT 应用的技术实现和计算形式都会迎来新的发展契机。在技术实现上，物联设备品类不断丰富，数据量快速增加，结合计算资源受限的背景，适合物联设备的类小程序/轻应用技术，低代码技术或拖拽式开发将得到快速发展。IoT 应用框架将广泛支持各种人机交互技术，例如语音交互、视觉交互、AR/VR 等，例如在车载大屏应用开发上，各种轻应用开发技术和人机交互技术将构成核心竞争力。在计算形式上，传统数据处理中先存储再调用的流程，并不能很好地解决物联应用中大规模动态数据处理环境中的问题，例如实时搜索应用。流式计算可以对大规模数据在不断变化的运动过程中实时地进行分析，捕捉到有用的信息。事件驱动的流式计算将是构建物应用的佳计算形式，其中也有大量开放性关键技术点有待解决，如实时事件驱动技术、事件网关平台、流式事件处理等。

3.4 多方数据融合计算

多方协作是供应链最典型的特色之一。产品生产、流通和消费过程中往往会涉及到原材料供应商、生产商、分销商、零售商以及最终消费者等。随着数字孪生进程的不断深入，未来物联网也将是由供应链多方协作，通过融合利用多方数据，最大程度地释放数据价值。然而，数据拥有权分散在各方导致“数据孤岛”的现象不可避免。如何在保护各方数据拥有权和隐私的情况下开展多方数据的融合计算，利用隐私计算、联邦学习、多方安全计算等安全共享计算方法，探索有效的物联网供应链数据融合的应用方法，也是物联网发展过程中需要解决的关键技术点。

04

技术应用及价值

4.1 商业化落地

▶ 产业物联网端：

需要技术专家与行业业务专家的结合，熟悉场景设计逻辑提供真正降本增效价值

目前物联网技术在产业侧的应用主要分为两类：一是智能化生产，即实现从单个机器到产线、车间乃至整个工厂的智能决策和动态优化，以提升生产效率、提高质量和降低成本；二是服务化转型，即通过对产品运行的实时监测，提供远程维护、故障预测、性能优化等一系列的服务，实现从售卖产品到售卖产品 + 服务模式的转型。智能化生产的挑战在于工业场景流程的复杂性与多样性，工业各垂直领域行业特性迥异，知识壁垒很高，技术公司需要深入分析场景流程，与场景业务专家合作寻找物联网可真正提供价值的环节，制定针对各行业的定制化物联网解决方案，并且提炼行业通用产品支撑物联网项目的批量实施，从而驱动企业进行物联网数字化转型。服务化转型目前已在多个行业落地发展中，如较早的工业设备企业及目前的家电企业，物联网的应用改变了产品售卖型企业的商业模式。

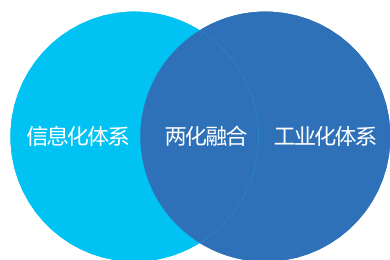


图 2.7 IT 及 OT 两化融合

▶ 消费物联网：

情境计算打造智能家居生态

消费级物联网的场景包含智能家居、可穿戴设备等，这些场景与消费者的生活息息相关，其中智能家居属于发展较快的领域，安防、照明、环境（三恒系统）等家庭乃至更大场所内的场景均是智能家居的发展机会点。语音交互技术的提升以及产业链上连接模组成本的降低，为智能家居带来了体验和经济上的双重优化，从而使得以音箱作为入口，连接并控制家庭内部大量的电器成为可能。通过智能音箱或手机 App 作为各类家电的控制中心，可帮助消费者建立起家庭内的物联网生态，降低家电的操作繁琐度，提高用户生活的便利性。未来，智能家居生态将实现设备的自感知、自学习、自决策、自执行及自适应，通过情境计算实现对家庭内设备的控制。目前消费物联网需要解决的商业化落地的主要问题，是异构设备通信割裂导致的用户体验的割裂，同时，家庭场景内智能设备种类繁多，（例如灯，开关空调、冰箱等），维护成本较高，而家庭用户对价格大多较为敏感，导致智能家居的商业经济收益难以提高，因此现阶段的商业化价值还有一定的提升空间。

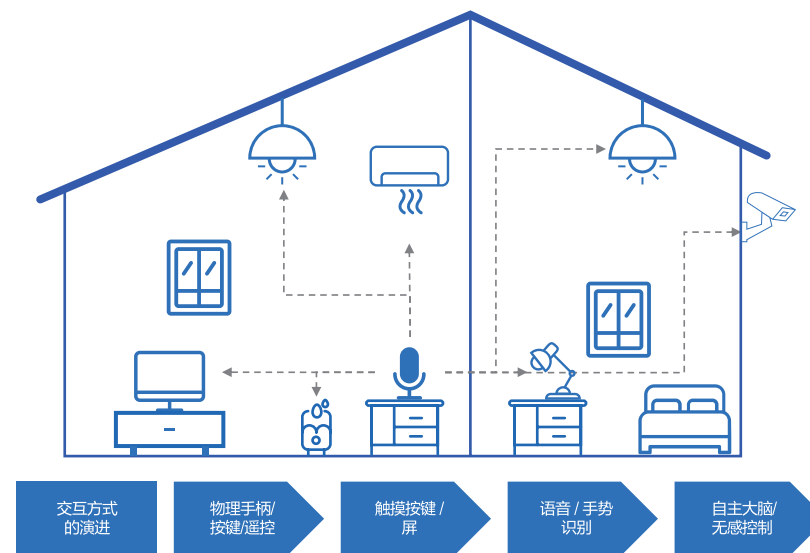


图 2.8 物联网 C 端家居生态

4.2 技术与 5D 的连接

► Deep Tech:

物联网的发展离不开硬件及软件技术的共同发展，传感器等硬件技术的逐渐成熟以及数据库、物应用开发平台等软件技术的创新共同推动物联网行业 Deep Tech 的发展。

► Deep Data:

数字孪生依靠物联网设备的广泛部署带来了大量数据，同时依靠时序数据库的发展解决了大规模时序数据的存储问题，从而推动了 Deep Data 的发展。

► Deep Connectivity:

物联网设备通讯协议的统一打通了设备间的交流通讯，5G 的发展使得对通讯延迟及通讯数据量有要求的场景，得以应用物联网进行数字化转型，两项技术共同推进了 Deep Connectivity 的发展。

► Deep Intelligence:

边缘计算提高了场景内数据处理的响应时效，使工作人员可以更快地对场景变化做出反应。IoT 应用开发平台更多地展示物联网设备的应用价值，服务社会，两项技术共同推动了 Deep Intelligence 的发展。

► Deep Purposes:

物联网、大数据、“数字基建”、在各行业上的落地、应用，进而共同实现了 Deep Purposes，让多个行业从物联网的发展中获得经济价值。

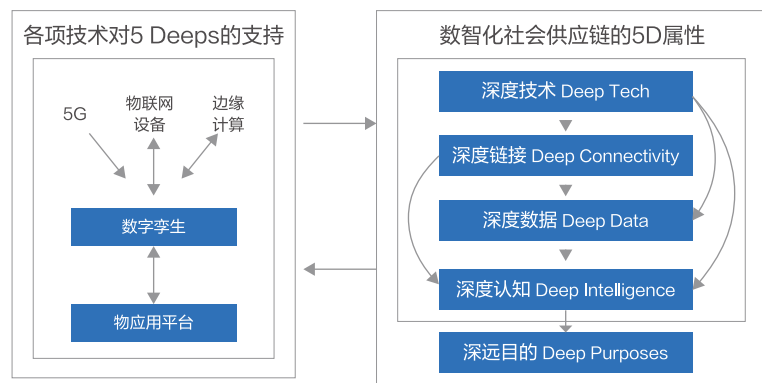


图 2.9 物联网技术及 5D 属性关系

05

京东物联网技术与应用优势

京东集团依托于自身的实力基础和对实体经济理解，在物联网行业形成了独特的核心优势：第一，京东业务具备很强的实体属性，能够很好地满足设备孪生和场景孪生的需求；第二，能够充分挖掘场景的应用价值并以智能家居、智能快递以及智能物流等应用为牵引，先立足于解决实际的物联需求，再反向迁移优化场景数字化的效果；第三，京东已经开始在一些领域布局运用全链条的或者长链条的供应链物联技术，以夯实在数智化社会供应链领域的领先优势。

5.1 物联技术促进实体经济发展

物联网技术在京东业务体系中有丰富的应用场景，京东集中发展物联网及相关技术，以提升自身物流、零售、健康、金融、城市等业务的运行效率。2014 年以来，京东逐步将其物联网技术面向外部开放，为各个智能领域赋能。目前，京东已经形成包括智能家居、智能物流、智能金融、智能医疗、工业物联、智能地产、智能车联等领域的行业解决方案。

5.2 物联技术助力家居生活智能化升级

相较于其他厂商，自营电商属性的优势使得京东可以对智能家居产品进行跨品牌、跨品类的整合，形成更成熟的数字化及场景孪生能力。依托京东科技的云原生技术，京东形成了完善的单品智能化方案，为智能家居产品提供可靠的云服务平台、高性价比模组以及 APP 端控制方式，可支持 10 余种智能化协议，能够快速帮助品牌商实现产品的智能化。此外，京东还提供智能助手赋能方案，让产品具备听觉、视觉和理解能力，实现播放音乐、购物、家居设备控制等功能，使产品更加智能。目前，京东智能家居京鱼座生态品牌，已成为智能家居领域一个具备开放设备控制能力的品牌，为 230 多家品类、1000 多家品牌商、4000 多种产品提供服务，连接超过 2 亿台设备。



图 2.10 京东集团物联网技术解决方案

06

物联网技术变革趋势及社会价值赋能

6.1 虚拟世界与物理世界的互动联结

物联网技术推动设备孪生演进到场景孪生，最终实现世界的数字孪生，数字孪生通过与其他技术的结合，将使物理世界和虚拟世界的联系更为紧密。人们可以通过虚拟世界的互动影响物理世界，极大地提升生活的便利性。AR/VR/MR 技术的普及可以使人们通过远程操控虚拟设备改变现实设备的运作；脑机接口的发展可以让设备直接感知人们的需求，及时做出回应，进一步简化了设备的操作流程；残障人士可以借助上述技术，通过操作数字孪生改变现实设备的运作，极大提高了生活及工作上的便利性。

6.2 企业商业模式的改变

产品供给侧的厂商可以直接感知到需求侧消费者的产品使用需求，调动自身产品服务消费者，跳出了消费者需“先拥有、后享受”的传统商业模式。生产厂商将会从现在的售卖产品模式，过渡到售卖产品 + 服务模式，继而发展到最终的售卖服务模式。汽车制造厂商可从现在的售卖汽车 + 售后保养服务模式发展到出行服务模式；航空发动机厂商（如 Rolls-Royce）可从售卖发动机 + 维护服务模式发展到租用服务模式，解除了产品生产厂商与消费者需通过实体设备连接双方的硬性要求。



“
区块链：信用基础设施，通往共享共建的新社会生态
 ”

01

区块链技术背景

“区块链”是一个技术组合的统称，它是将数学、密码学、互联网通信、分布式存储、共识协议等理论和技术结合后所诞生的信息技术术语，它支持数字信息的共享存储和共同鉴证，可在司法、贸易、金融等领域通过多方投票方式达成共同决议，实现多个主体之间的协作信任与一致行动。

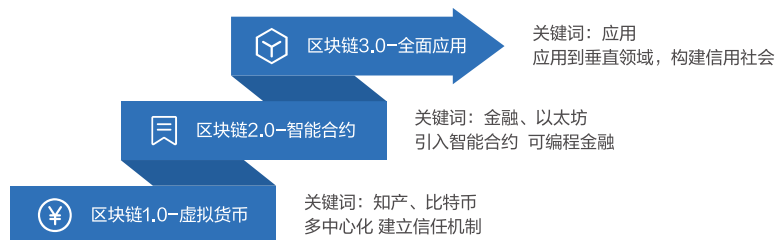


图 2.11 区块链发展历程

在数智化社会供应链中，区块链作为可信协同的基础技术，实现了数据多主体间可信式共享，为领域场景的多方协作提供了信任保障，解决了信任与价值可靠传递的难题以及智能化社会数字供应链体系的痛点。区块链作为可信数字供应链的连接器，集合了加密算法、P2P网络协议、分布式一致性算法等计算机技术，保障数据可信赖地在供应链中流动、验证，服务于数据流动与网络优化，实现透明化、真实的数字治理。

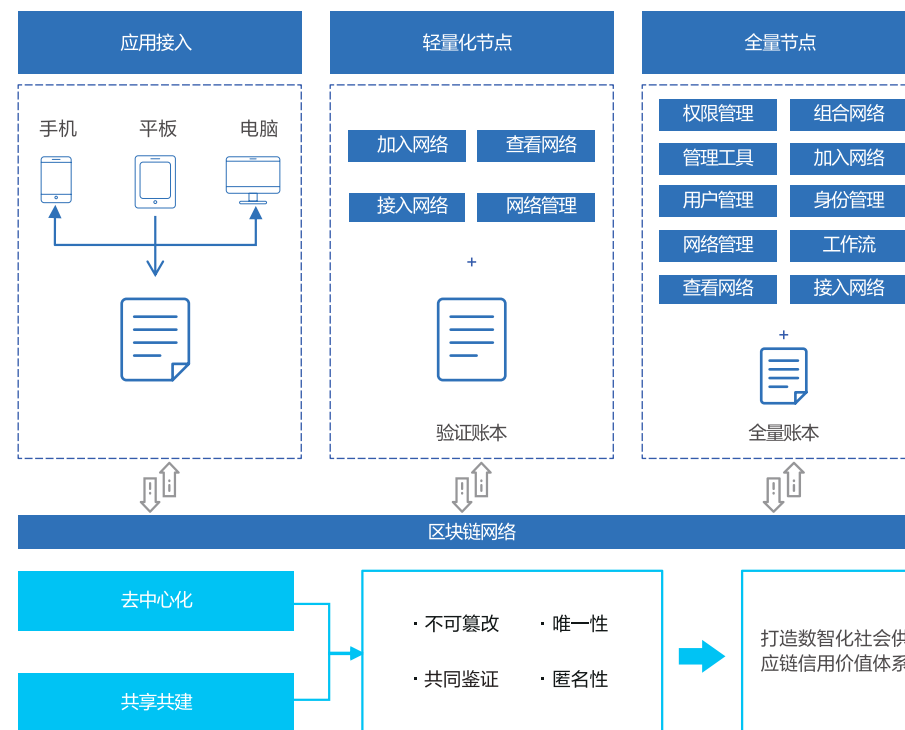


图 2.12 区块链网络结构与价值体现

02

技术发展趋势及发展挑战

2.1 技术发展趋势

► 共识机制：

朝着更加高效安全的方向发展

联盟链已经成为企业应用区块链技术的主流形式，企业级联盟链的网络规模相对较小。随着 5G 网络、IoT 技术成熟，以及区块链支撑的业务广泛落地。联盟参与成员呈现多元化（IoT 设备参与），联盟参与节点规模不断扩大。未来需要创新的共识机制能够在大规模节点间，高效、稳定、安全的完成交易共识。

► 安全隐私：

与密码学深度结合，解决数据安全和用户隐私问题

隐私保护与访问控制是区块链应用的一个焦点。不同行业、不同企业对数据的安全性、保密性、访问控制的要求千差万别，因此，迫切需要隐私保护算法和密码协议框架，以解决数据安全和用户隐私等现实问题。密码学是区块链的核心技术之一，区块链利用密码算法保证技术体系安全可靠。高效，易扩展，抗破解的密码学工具，有助于业务场景与区块链的结合，解决业务落地过程中数据安全隐私问题。

► 区块链与多技术融合：

推动产生颠覆性的综合型行业技术解决方案

区块链通过技术组合效应，建立与人工智能、5G、物联网、大数据、云计算等新兴技术间的协作关系，为业务提供颠覆性的综合型技术解决方案，实现业务数据的自动化采集、安全存储、智能化分析、灵活调用、分析结果、驱动优化，审计监管等。区块链技术的发展与应用的普及，一方面需要云计算、大数据、物联网等新一代信息技术有机结合作为基础设施，另一方面，可应用于各行业的数字化建设，实现业务创新及跨主体的信任，促进新一代信息技术产业发展。

► 自主研发的核心架构体系：

底层技术架构自主创新研发推动行业发展

当前区块链技术仍处于快速发展与迭代阶段，在“数字经济”、“新基建”等相关政策的引导下，区块链技术正在从小规模应用探索向大规模应用实践转变。此外，随着更多资源的注入和真实需求的挖掘，区块链技术正加速着各行各业的变革，区块链核心技术的自主创新，底层架构体系的自研开发已成为其发展的基本趋势。在国家主张自主知识产权的背景下，区块链已上升至国家战略，有望成为数字经济的新引擎。

2.2 发展挑战

► 性能问题：

性能不足，难以满足大量用户的使用需求

区块链的性能指标主要包括交易吞吐量和延时两方面。在实际应用中，需要综合交易吞吐量和延时两个因素考察区块链的性能：若只考虑交易吞吐量，通常会产生长时间的交易延迟响应问题；若只考虑延时，则会导致大量交易排队。目前大多数区块链系统的性能不足，难以支持大量用户的使用。特别是在大规模并发场景下，区块链难以满足实际业务对高频、高吞吐量的业务需求，阻碍区块链业务场景的扩展。

► 安全问题：

去中心化的同时保护区块链体系安全

区块链的安全性包括系统安全和信息安全两个方面。区块链系统的安全问题可能发生在三个不同的层次：一是网络层，即底层点对点网络的安全。如，在公有链系统中，通过“女巫攻击”即伪造多个节点与特定节点通讯的方式，可以攻击特定节点使其不能正常工作；二是共识层，即共识机制本身的安全，是否存在算法漏洞导致恶意参与者能够控制网络，主导交易结果；三是智能合约层，即区块链上智能合约代码的漏洞，

如以太坊 TheDAO 事件，该智能合约被黑客攻击窃取了价值数千万美金的加密货币。以上的安全事件在企业级联盟链里同样存在。因此，为了区块链的长期稳定、有效运转，区块链体系安全问题亟待解决。

▶ 智能合约问题：

开发安全经济的智能合约，支撑区块链 3.0 的整体架构

智能合约是区块链系统可以自动按照预设条件自动执行的代码，是区块链 2.0 的核心组件。使用智能合约，用户可以开发各种去中心化的应用。如今，电子钱包、游戏、交易所、市场、投票系统等各式各样的区块链应用的出现，都得益于智能合约。未来，区块链 3.0 是基于智能合约，深度嵌入社会生活的各种区块链应用，更加突出智能合约的重要性。当前区块链系统中的智能合约存在多方面的问题，如智能合约可能存在漏洞，导致资产丢失；智能合约执行效率低下，无法支撑复杂的商业逻辑合约语言业务领域性不足，需要专业程序员编写；合约引擎结构单一，智能化不足等。如何高效地开发安全、经济的智能合约是智能合约技术的核心问题。

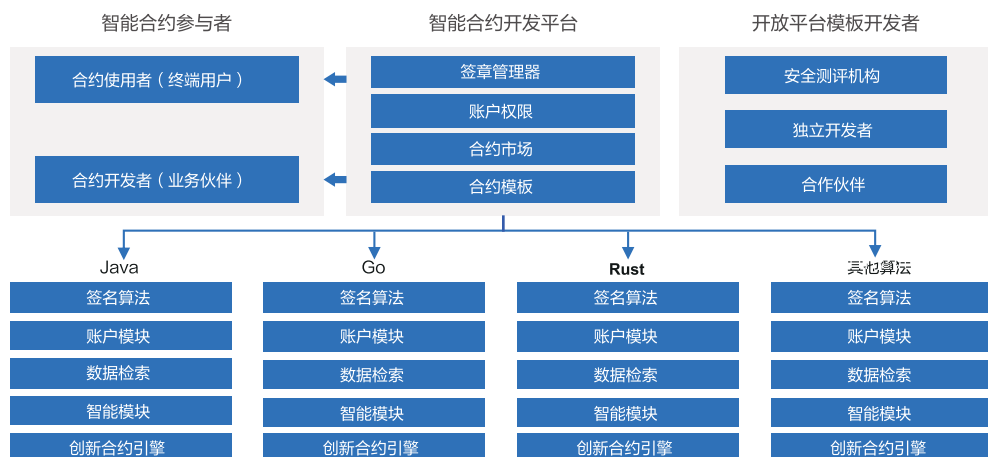


图 2.13 智能合约平台介绍

▶ 合规性问题：

审计与监管区块链生态，做好非法行为预警

用户匿名、信息不可篡改是区块链的基本特性，如何“审计”链上行为和数据，确保系统良性发展是区块链技术当前应用中暴露出的一个重要问题。区块链智能审计是指以人工智能技术为核心，通过分析区块链数据，及时识别用户行为，并预警非法行为，其重要目的是识别系统中的非法行为，如欺诈行为以及链上数据的异常行为等。此外，区块链没有控制中心的分布式系统，而是通过共识机制实现数据的一致性，这导致区块链系统中包含大量公开可查的用户数据，目前区块链生态中尚缺乏有效的监管，用户行为不可控，区块链平台成为各种网络犯罪的高发地。因此，做好非法行为的预警是进一步实现健康的区块链生态的必要条件。

03

关键技术点

3.1 高性能共识机制

区块链技术自诞生以来，凭借其去中心化、难以篡改等特性，受到世人关注。但区块链在性能方面仍然具有吞吐量低、难以扩展、难以服务大量用户的困境。在未来，要想让区块链系统承担起大量的交易、大量的去中心化应用，区块链系统必须在兼顾去中心化、安全性的同时，实现可扩展。如何突破区块链的“不可能三角”（兼顾扩展性、安全性和去中心化），是区块链产业发展需突破的瓶颈问题。由于区块链是一个去中心化的账本，没有统一的控制中心，要提高区块链的可扩展性，让大量交易在区块链系统中快速达成共识，需要研究新的高性能可扩展的共识机制。另外，随着 5G 的普及应用，IoT 能力的增强，参与区块链网络的节点会多元化、异构化，促使网络规模迅速扩大，大规模节点的异步高性能共识机制也是一个关键需求。

3.2 跨链互通的联盟链

在单链架构下，现有区块链技术在性能、容量、隐私、隔离性、扩展性等方面均存在的瓶颈，因而驱动了联盟链的兴起。联盟链通过面向联盟成员的共识机制，实现多中心化，支持跨部门的业务协同。依托联盟链技术和联盟协作建立可持续、安全和可信的支撑框架，实现底层平台与应用需求多种形式的链通。采用共识算法，可以高效地解决联盟链多节点的典型分布式一致性问题。同时，跨链互通要求底层平台技术，如基本功能、协议、接口、数据、安全机制等，可以低成本、便捷地接入不同底层平台，联通“孤岛”。依托跨链技术，异构联盟链跨不同底层、不同区块链网络的信息互通组件，可保证异构云环境、异构区块链底层的

相互通信和相互操作，支撑联盟链逐渐同构，提升多链架构下联盟链的可扩展性、隔离性、高性能、互操作等特性。

3.3 系统安全与隐私保护

区块链是一个去中心化的分布式系统，是各类应用的底层支撑，其节点之间通过网络互连。区块链分布式的特点暴露了大量的交易细节，存在泄漏用户隐私的风险，因此，确保系统的安全异常重要。一般来说，区块链的安全性主要是指系统安全和用户隐私保护两个方面。如何利用网络安全技术与加密隐私算法，确保节点的安全互连、交易的可靠验证和用户数据的隐私保护是区块链应用的重要基础。

3.4 智能合约

智能合约的出现标志着区块链广泛应用时代的到来。凭借着区块链的去中心化、难以篡改等特性，依托区块链的智能合约，可以被用于承载去中心化应用。在未来，智能合约可以支撑更广泛的应用场景需求。人们可以使用智能合约进行理财、娱乐、学习等，也可以自己实现智能合约逻辑，开发个性化应用。然而，当前智能合约的发展面临诸多问题，比如缺乏统一的平台语言、高效安全合约引擎、合约语言领域性不足、合约可能存在漏洞等。因此，如何建立先进的智能合约引擎，易用易开发的合约语言，全面漏洞检测是制约区块链技术应用发展的重要因素。

04

技术应用及价值

4.1 商业化落地

► 区块链 + 金融

金融是区块链最早的应用场景之一。区块链是一个分布式的共享账本和数据库，具有去中心化、不可篡改、可追溯等特点，为创造信任奠定了基础，满足金融基于信任合作的需求。在金融应用场景中，各类金融机构将数据上链，利用区块链去中心化、不可篡改等特性有效地帮助各类金融业务降低协作成本，简化业务流程，提高服务可靠性和资金运用效率，改善数据质量，提升配合监管效率，重塑信任机制，促进整个金融体系的健康发展。



图 2.14 区块链金融应用架构

► 区块链 + 供应链

基于区块链的共识机制、加密算法以及难以篡改等特点，区块链技术可以保证在无中介情况下数据的准确性与可信度，可以使供应链交易各方的数据保持公开透明。同时，区块链技术能够及时发现供应链中的问题，并通过完整的信息流寻找问题节点和解决办法，提高供应链的管理效率，为供应链金融打造可信基础。区块链的不可篡改性更好地解决了不同主体间的纠纷，实现举证追责，解决了产品在供应链流转中出现的假冒伪劣问题。区块链技术的可追溯性，可以帮助供应链成员实时跟踪产品流通各环节的确切路径。

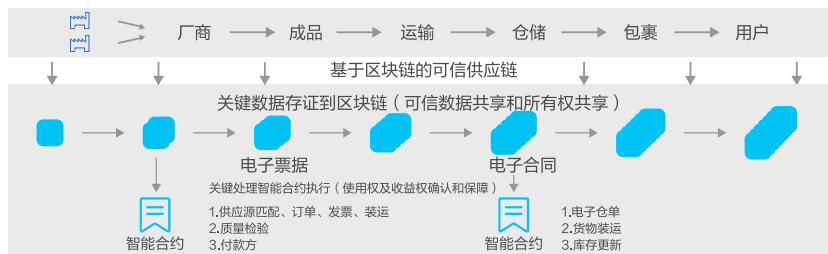


图 2.15 可信供应链

► 区块链 + 政务

基于区块链的分布式记账和信息公开透明等特点，有望打通不同部门、领域信息系统之间的“数据孤岛”，促进不同政府部门间的数据共享和业务协同。通过追溯数据流和明晰权责界定问题，实现政务信息的全生命周期管理，更高效地解决现有政务数字化的问题。区块链可以建立安全可靠的信任系统，利用分布式存储机制和共识机制来生产和迭代数据，在区块链和政务融合的过程中，重构数据的归属权、管理权和使用权，实现政务数据跨部门、跨领域的共同维护和利用，促进政务资源的深度整合，建立数据互信体系，打造更加畅通的数据通道，为人民群众带来更好的政务服务体验。

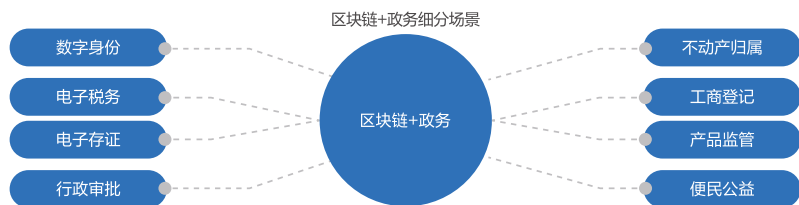


图 2.16 区块链 + 政务细分场景

4.2 技术与 5D 的连接

► Deep Tech:

利用区块链技术可以快速构建一个可信协同的数据流通环境，它是互通互联数字网络的可信载体。安全、

多中心化的区块链网络可以确保数据安全、客户隐私、交易存证、价值流转，能够为各类应用场景提供可信的基础设施，实现可信的 Deep Tech。

► Deep Connectivity:

区块链运用共识机制和分布式存储，通过决策权高度分散的去中心化机制，提升系统的稳定性和满意度，使各节点针对区块数据的有效性达成共识。去中心化加强了各节点之间的关联性，形成各个区块链节点之间的 Deep Connectivity。

► Deep Data:

区块链运用链式数据存储架构和分布式记账，可以从根本上保证链上数据的真实可信，经过全网范围内的一致性分发和冗余存储，确保数据不可篡改、不可伪造，且来源可追溯，提高数据的质量，丰富物联网的体系架构形式，从而可以更好地实现 Deep Data。

► Deep Intelligence:

区块链是面向合作的契约管理，能够提高 Deep Intelligence 的友好性。区块链在支持用户生态扩展性的同时，保障系统的安全性，使系统的每一步“自主”运行和发展都能得到记录和公开，从而保证深度认知功能的健全、安全和稳定，提升用户对区块链 Deep Intelligence 的友好体验。

► Deep Purposes:

区块链能够在金融、政务、军事等诸多应用场景彰显其非凡的商业价值。区块链作为重要的 Deep Tech，解决了数智化社会供应链中的网络化问题，更好地实现 Deep Purposes。

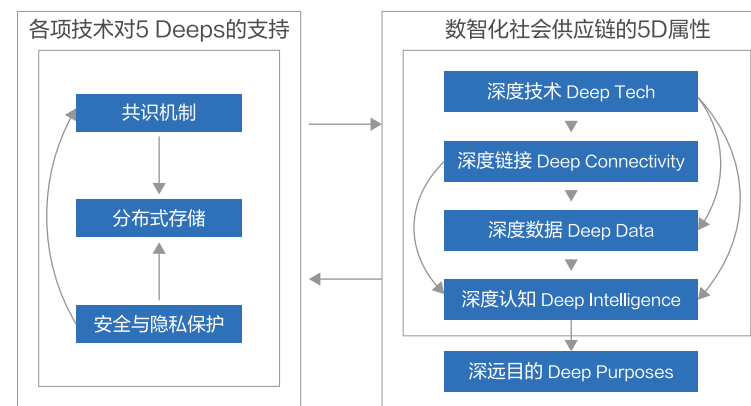


图 2.17 区块链技术及 5D 属性关系

05

京东区块链技术与应用优势

5.1 京东区块链架构体系

京东认为区块链技术是数智化供应链的连接器，将社会各个主体互相联结，构建真实可信的供应链体系。因此，京东区块链技术以打造面向企业级应用的区块链基础设施为目标，提供切实解决业务痛点的区块链技术方案。

京东区块链的架构体系分为 JD Chain 和 JD BaaS (Blockchain as a Service) 两部分。JD Chain 作为核心引擎，在数据账本、共识协议、密码算法、存储等方面引入前沿的研究成果和工程架构，建立创新技术架构和应用方案，解决了处理性能、伸缩性、扩展性、安全性等关键技术问题。JD BaaS 服务平台无缝融合了包括 JD Chain 和 Fabric 在内的多种区块链底层框架系统的部署，具备灵活易用和可伸缩的区块链系统管理能力，可以向企业级用户提供公有云、私有云及混合云环境的快速部署，降低了企业使用成本，加快了区块链技术的应用落地进程。

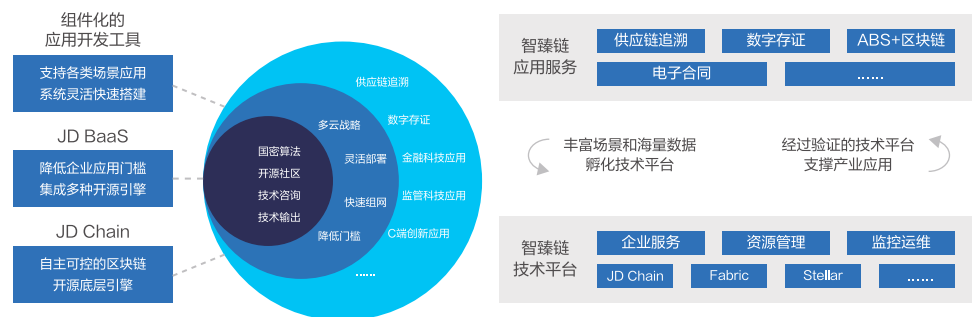


图 2.18 京东区块链技术布局

5.2 区块链品质溯源应用

京东拥有大规模的数字化供应链物流基础设施，其服务能力大大降低了上链信息采集的边际成本。同时，京东拥有万亿规模的零售业务平台，促使供应链上下游建立紧密协同的业务关系，使京东有能力对全供应链的商品信息进行整合，实现食品、二手商品、奢侈品、药品等商品的品质溯源。截至 2020 年年末，京东区块链防伪追溯平台已合作超 1,000 家品牌商，落链数据超 10 亿级，消费者“品质溯源”查询次数超 750 万次。

5.3 区块链数字存证应用

借助区块链技术，京东实现了数字证书、电子发票、电子证件、物流单证等数字存证的安全透明、高效流转、便捷验证以及更高效的第三方存证。此外，京东与仲裁司法互联网服务打通，形成证据数据化、区块链存证一体化、司法服务互联网化的新兴商业社会契约管理模式，极大提升了契约管理效率，在为广大客户带来便利的同时，也节约了大量的成本和时间。

京东自身成熟的区块链解决方案，可以提高资产证券化的效率，降低参与各方的成本以及整体的风险。区块链下的 ABS (资产证券化) 可以实现底层资产的穿透，有效监管资金流向，符合最新的国家金融科技监管条例规范。京东打造全面区块链供应链金融体系，实现债权的有效流转，为供应链上的全部主体提供服务。2018 年 6 月“京东金融 - 华泰资管 19 号白条应收账款债权资产支持专项计划”成立，通过京东区块链技术实现参与方之间的交易信息共享确认，提升信息透明化程度，降低风险。该项目首次购买入链资产约为 150 万笔，在项目存续期每日约有 5 万笔资产数据持续更新。

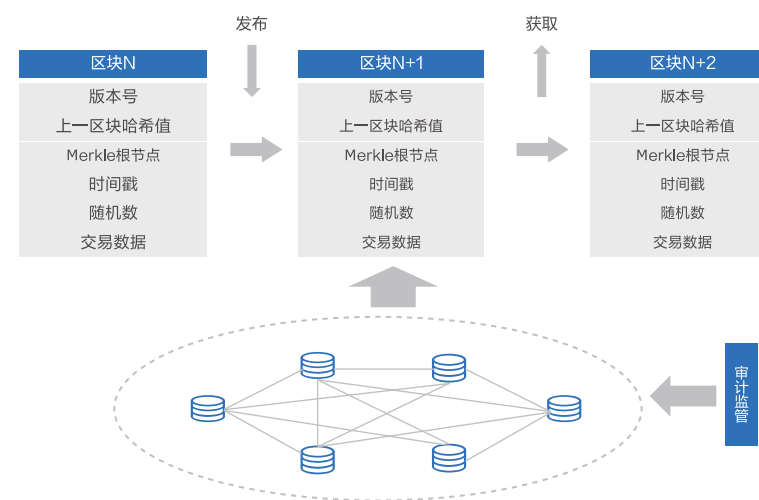


图 2.19 京东区块链数字存证

5.4 智臻链云签电子合同平台

“智臻链云签”电子合同平台是基于区块链底层技术的企业级电子签约解决方案，涵盖“身份认证、合同模板、电子印章、文件签署”等云服务能力，签约过程和结果接入区块链数字存证平台，实现了电子签约数据的全过程证据链电子认定，证据指纹无缝对接了司法机构、互联网法院、仲裁机构等政府公信力部门。企业遇到司法纠纷时，可通过和区块链上的数字指纹进行证据核验，出具证据报告。平台使用的电子签名技术符合国家 GB/T 25064-2010《电子签名格式规范》中 ES-T 标准，集成了可信时间戳和国家认证的 CA 证书，帮助企业实现合同签约的数字化转型，单笔合同签约预计降低企业运营和快递成本 20 元以上。截止到目前，已稳定支持京东集团超过 50 万人次的人事合同在线签署，并在 2020 年 07 月推出“普惠云签”中小企业免费使用计划，助力企业疫情后复工复产。

06

区块链技术变革趋势 及社会价值赋能

6.1 底层信息基础设施

区块链或将彻底解决数据连接和交换问题，在数据和资产连接交换过程中，建立价值分配机制，实现公平的价值分配。区块链使数据和资产连接交换更安全更高效，成本更低，解决了数据交换过程中的商业价值分配的供给性问题。未来区块链有望成为整个产业底层信息基础设施，在各个产业形成其专有的广域网。区块链采取分布式共识算法，实现链上多中心化，数据不可篡改，可追溯，每个参与方都有相同的数据结果。区块链可以促进溯源、ABS、数字存证等多业务场景价值的提升。

6.2 BaaS 平台的规模应用

未来区块链技术或将在企业级应用上扩大规模。企业需要更加快捷、简便的业务上链服务，而 BaaS (Blockchain as a Service) 平台为企业快速部署区块链提供了便捷通道。BaaS 平台的快速部署区跨链底层和示例程序功能，满足开发者不同开发测试环境和具体业务的需求。企业掌控数据的所有权，从本质上解决数据的安全问题。面对未来大规模企业级区块链的应用，BaaS 平台将作为基础级设施，在推广区块链

的道路上发挥重要作用。目前大部分联盟链主要是使用虚拟化等容器技术，而 BaaS 平台则不同，具有微服务领域的优势，提供了丰富的案例示范，开发了工具（SDK）使用教程，可以为大型企业提供从建设到运维的一整套服务。



图 2.20 BaaS 平台架构

6.3 人类意识促进数据权利革命

区块链作为可信价值网络的基础设施，是由产业互联网迈向价值互联网的战略型 IT 技术，是多主体间高效协作的企业级可信协作网络基础设施，变革了现有低效协同的社会生产关系。随着区块链数据安全需求的强化，人们或将对数据权利有更高的要求。目前个人信息不停地在网络之间流动，而区块链促使每一个主体关注自身的数据权利，并利用数据权利发挥更多的作用，达成隐私保护和权限管理的目的。这种数据权利的变革是人类对区块链技术认识过程的核心变化，即逐渐从关注话语权、人权、知识产权转移到关注个体的数据权利。人类对数据权利的关注，必然唤起对区块链技术层面的更高要求，这对于目前的平台经济来说，是一次前所未有的革新。因此，人类意识思维的提升，对技术本身也存在着巨大的促进作用。



01

自主系统技术背景

自主系统是指具有一定自治能力和自主性的控制系统，结合人工智能与物联网等技术，并通过实时控制决策来实现系统的自治。目前，自主系统主要应用于无人车、无人机、移动机器人等领域。自主系统可以替代或辅助人类在特定环境下完成任务，极大提高了人类的感知范围，扩展了人类的行为能力。在军事和民用领域，自主系统可以满足多场景的自动化和智能化需求，通过整个集成系统的有机协作，大幅提升系统性能，从而满足对总体效益和生产能力的要求。

在数智化社会供应链中，自主系统扮演着非常重要的角色。在以“物流”为代表的业务流程中，将链条节点流程化，通过自主系统进行仿真预测，得到数智化供应链的最优解，从而最大程度地解决社会供应链中存在的问题，最终以“机器驱动”达成供应链流通各个环节的最高效率，实现真正的“数智化社会”。

02

技术发展趋势及发展挑战

2.1 技术发展趋势

▶ 自主环境感知：边缘智能

自主环境感知是实现自主系统的基础，具体为对各类传感器数据的采集，在系统内对不同类型智能体的数据进行联通，智能分析后得出有效数据，输入到边缘端。边缘端通过分布式架构和 AI 芯片，挖掘分析数据的关联性和逻辑性并形成数据知识库。通过知识库从多个维度对智能体的状态进行分析，结合用户的决策和需求，给出最优的决策结果，实现任务和智能体的最优匹配，进而实现生产效率的提升和结果最优化。

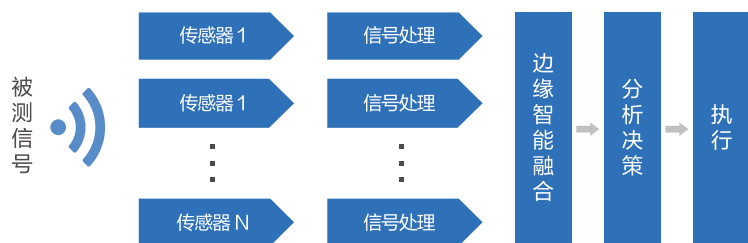


图 2.21 边缘智能融合处理过程

▶ 自主协同：复杂开放动态场景多智能体协同

边缘智能可以实现自主决策和信息共享，大幅提升系统的鲁棒性。在面对复杂、开放、动态的场景时，自主协同将通过云端-边缘端-设备端的三端融合，结合 5G 技术的高带宽、低延迟，实现多智能体协同。对存储在三端的知识进行统一快速调用和共享，可以实现多个智能体之间的互联互通及信息共享，以及开放动态场景下的环境感知、智能决策、协同控制等。以物流为例，多智能体协同的定位导航需对实际路况进行深度感知。然而由于道路、园区的多样化发展，天气情况的复杂多变，智能体接受的信息是多变复杂的，甚至是有限的，这就导致定位导航任务难度增加。因此构建多智能体间信息的动态分享与融合机制，可以突破在视觉死角获取信息的技术瓶颈。随着运输编队规模的不断扩大，自主协同系统可以和其他车辆及设施共享实时驾驶状态信息，通过研判算法产生预测信息，有效解决大规模多智能体多任务协同路径规划的问题。

▶ 自主控制：从自动化过度到高级自动化和人机柔性融合

高度自动化意味着自主系统可以对智能体本身的操作行为做出规划，并对意外事件（如环境的变化、人员的变化等）做出及时反应。未来智能体和人类通过脑机接口技术组成人机一体化系统，人脑和机器可以进行思想互动和信息沟通，人类用思想便能控制智能体。脑机交互技术借助人的逻辑思维、形象思维发展各类型智能体，实现人机一体化感知。在智能体的配合下，更好地发挥人脑的潜能，使人机之间表现出一种相互认同、相互协作的关系，让二者在不同的层次上各显其能，相辅相成。因此，预计未来十年自主系统将从自动化过渡到高级自动化和人机柔性融合，复杂环境中的自主控制将取得重大突破及应用。

▶ 自动驾驶：产业链逐渐成熟

自动驾驶技术是自主系统的重要组成部分，旨在没有任何人类主动的操作下，自动安全地操作机动车辆。目前，随着产业链逐渐成熟，自动驾驶正批量落地。自动驾驶公司与车辆生产公司形成产业链上下游关系，车辆生产公司聚焦于降低车辆生产成本，提高其稳定性和一致性，而自动驾驶公司则聚焦于提供高性能的自动驾驶服务，将其变成商品提供给客户。自动驾驶的普及激活了相关智能组件市场，计算单元、芯片、传感器、高精地图、仿真云平台技术将得到快速发展，促进自动驾驶技术的快速升级迭代。

▶ 高精地图：辅助提供更可靠的感知和更高精度的定位

电子地图是自主系统实现的核心技术之一。传统的电子地图功能简单，只提供道路级别的数据，在最优路径规划方面主要面向驾驶员，不便机器理解。构建机器可理解，拥有更高精度和更多数据维度的高精度地图成为未来主流趋势。目前高精地图主要通过车载摄像头和相机采集数据，利用深度学习技术建模，将其解析为道路几何信息、属性信息以及标识等抽象信息，以特征地图和矢量地图形式存储，构造高精地图框架。未来的应用发展主要涉及三个方面：一是利用包含语义信息的高维度数据，结合道路匹配算法，提高定位精度；二是利用高精度地图信息，辅助传感器感知环境并反馈，提升极端条件下的应变能力；三是利用矢量地图和云计算平台，实现最优路径规划，提升自主系统调整路线的能力。

2.2 发展挑战

▶ 极端环境下的感知能力存在挑战

自主系统有着极为苛刻的感知可靠性要求，如今自主系统在传感器感知和分析方面的重要挑战之一便是在极端环境下的感知准确性。如在雨雪、大雾等恶劣天气环境下，视觉系统和雷达系统都会受到影响，传感器数据采集和分析能力减弱，自主系统感知能力和可靠性均大为下降。为保障其感知可靠性，通常需要投入大量的软硬件资源，带来高昂的成本负担。因此，如何以较低成本保障极端环境下感知能力，对传感器硬件和软件分析算法来说都是重要挑战。

▶ 自主决策的通用性需要提升

自主系统在形成商业可行解决方案之前，必须克服许多技术壁垒。关键技术是提高场景预测能力，例如，自动驾驶车要实现复杂的行为决策，需要人工对经验进行总结形成专家系统，但车辆可能会遇到未考虑过的场景，场景的扩展仍是一个大问题。依靠人工智能进行智能决策需要大量的数据训练，而且人工智能系统能做出何种决策并不可控。机器人分拣也是自主系统的典型应用，现有系统已能够较好地处理“标准”（典型尺寸、重量和几何形状等）的物品。然而，处理各类尺寸和形状的未知物品的问题仍未解决，针对物品品类的多样性需要更加灵活的解决方案。因此，自主系统通用性的提升是实现自主决策的关键挑战。

▶ 精准定位导航技术能力不足

定位与导航技术通常采用 SLAM (Simultaneous Localization And Mapping) 的方式构建几何地图，然后在地图中进行路径规划和导航。目前视觉 SLAM 技术研究主要聚焦在自主系统的低速运动场景，在高速运动场景下，如何保证感知精度也是业界需要持续研究的技术问题。激光雷达方案中多线激光雷达成本相对较高，部件易磨损。GNSS (Global Navigation Satellite System) 卫星定位和惯性导航在车载导航方面，虽然具有成本低、精度高的优点，但由于其累计误差比较明显，需要一个比较准确的初始位置才可进行推算。

▶ 高精地图维护成本高，商业闭环尚不明晰

高精地图作为保证自主系统安全可靠的关键核心，包含更加丰富和更高维度的动静态信息，其制作和运维的成本与难度远远高于传统电子地图。与传统电子地图每 1 至 2 月更新的频率相比，自主系统需要大规模的动态数据，最快的更新频率高达 1 秒，同时高精地图不仅需要保证数据的实时更新，也需要低成本和智能化的运维技术。这都需要投入大量的研发资源予以支撑。此外在高精地图商业化方面，国家高精地图业务的行业准入门槛很高，严格的审核制度导致拥有制作导航电子地图（甲级）资质的单位寥寥无几，对外提供商业化服务也受到诸多掣肘，高精地图的商业模式仍不清晰，在客观上限制了技术和资本的投入热情。只有这些问题得到明确解决，才能推动高精地图在自主系统的大规模落地应用。

▶ 数据安全机制缺乏

自主系统配备了多类型的传感器，可以搜集不同类型的信息，包括视觉数据、语音数据、位置数据、人脸信息等，这些重要的隐私数据安全性问题越来越明显。例如，对于能够自由移动的服务机器人和给病人进行手术的手术机器人，必须保证机器人自身的物理安全和通信安全，不被破解和恶意攻击，避免造成人身伤害。在云-边-端融合的环境下，设备端、边缘端及云端的安全需求不同，需要围绕数据和系统的全生命周期，对自主系统的数据进行动态安全防护，保证数据的可用、可管、可控，并在“智能+”产业生态中实现协同共享安全。

03

关键技术点

3.1 自主系统复杂场景应对及知识泛化能力

自主系统在极端环境和复杂场景下的表现能力有所下降，当前的做法是投入大量的软硬件资源予以补偿对冲，以保障系统的可靠性。在保障小概率事件尽可能不发生上投入大量成本并不是资源的最佳配备方式，如何提升自主系统应对复杂场景的能力是一个关键技术点。在未来，随着 5G/6G、计算芯片以及定位导航技术的发展，自主系统中任务个体的感知能力以及应对不同复杂场景的能力将得到增强。一方面，将有利于降低对上述补偿技术的需求；另一方面，随着自适应机器学习、强化学习、迁移学习、模仿学习、元学习和边缘人工智能等新兴技术的发展，更先进的算法模型将推动自主系统知识泛化能力的提升，产生能够高效利用数据、不断自我优化的自主机器人理论与技术，提升自主系统的适应性、互动能力、可靠性、自主移动能力、自主操控、感知、决策和认知等能力，从而促进自主系统进入高级自动化和自治阶段。这一进程中，存在大量的关键技术点有待进一步攻克。

3.2 自主系统全生命周期虚拟化和自动化

自主系统生命周期的每个阶段都可以通过数字孪生，在日益封闭的系统中提升集成效率以及资源的最佳使用和重用。以物流为例，工厂和物流自动化是目前全球自动化市场的最大部分，而自主化装备是实现这一目标的关键。将自主化装备通过数字孪生应用到整个生产或履约生命周期，将挑战和改变工厂及物流履约中心在未来十年的工作方式。例如自主化装备不仅可以连续多班工作，加快物流中心履约并减少工作的人员数

量，还可以作为仓库整体优化和运营计划的一部分，在物流过程的所有阶段（包括卸载、存储、内部物流、订单拣选、包装和交付）方便系统集成并发挥作用，有利于进行按需履约来实现客户不断变化的期望。这将在未来十年改变世界许多地方的物流履约面貌，在这一进程中，如何构建高精度的数字孪生模型，如何科学有效的在虚拟世界中构建业务流程，如何构建自主系统的全生命周期模型，都存在大量的开放性技术点，有待进一步探索。

3.3 高精度、高可用、高可信定位导航

随着人们对定位导航的需求多样化，对位置服务的依赖性日益增强，定位导航应用领域的广度和深度在不断扩大。因此，高精度、高可用、高可信的定位导航服务将是未来需要解决的关键技术点。具体而言，需要研发新型定位导航关键技术，在不断提升定位导航精度的同时，解决在复杂场景中提供连续、可靠、稳定服务的问题。例如，在峡谷、隧道、林荫、河道等复杂环境，提供可信度高、抗欺骗、抗干扰性强的定位导航能力。融合导航定位被认为定位导航技术的发展方向。它通过构建一个容错性强、可重构的软硬件综合系统，集成多种环境感知和导航定位算法，基于对环境特征的准确识别，以不同的方式处理惯性传感数据，选择相适配的映射匹配算法，对从各个传感器获取的测量信息进行最优组合、误差校正，以达到高精度、高可用和高可信的目标。然而，由于传感器种类千差万别、环境信号特征复杂难解、载体运动不确定性高等问题，这一目标的实现还有许多技术问题有待攻克。

3.4 多智能体、多任务高效协同

随着自主系统技术的发展和应用的普及，社会供应链将会实现数智化。以半封闭园区智能快递为例，每个园区可以搭建无人飞行器配送站，无人飞行器将包裹投递在配送站，然后由无人车配送，无人车将包裹配送到楼宇的固定点，然后再由配送机器人进行室内的配送，整个配送链条实现无人化、数智化。上述功能的实现不仅需要打造复杂开放场景下可靠的单设备自主能力，也需要实现多类自主设备多个任务间的高效调度和协同。这一能力的构建，一方面，有赖于对整个数智化社会供应链进行高精度的数字孪生，从而可以在虚拟世界中开展反复技术优化和迭代；另一方面，参考多智能体系统，也需要发展对其一致性、自主性、容错性、灵活性和可扩展性进行客观评估的理论与技术，以推动多自主设备高效协同技术的发展。

3.5 人机柔性共融技术

自主系统的发展必然会与人相结合。未来十年，有望实现人脑、云脑、机脑的三脑融合，达到生物体、数字体、机械体的高效一体化协同。要实现人与智能体的一体化协作，必须实现人与各类智能体的互联互通。如何实现穿戴设备更准确的信号检测是未来需要攻克的重要难题，同时获得脑电或者肌电信号后，如何处理和分析数据也是需要解决的关键问题之一。人机柔性共融技术存在大量技术难点需要进一步研究和实验。

04

技术应用及价值

4.1 商业化落地

► 物流配送

干线配送和末端配送的需求不断扩张，劳动人口不断减少给物流行业带来了持续性的挑战。快递的最后一公里通常是物流配送中耗时较长的环节，也是最经常出现各种问题的环节，例如快递员与收货人沟通不畅、时间不同步等。如果交由物流机器人来解决这个问题，可以有效的提高配送效率。无人自主配送车辆有望成为解决配送环节最后一公里的问题，减少对于配送人员的需求，一定程度上解决快递从业人员流动大、雇佣难的问题。

在此次新冠疫情期间，无接触配送需求旺盛，路面人烟稀少也给无人自主配送车的上路创造了良好的条件。多家企业用智能快递的方式为社区、医院、商业区等配送餐食、医疗用品等，部分的解决了劳动力不足和无接触配送的问题。因此，自主系统的商业价值在此机遇中迸发，也获得了社会各界的广泛关注。

► 仓储分拣

传统的人工搬运、分拣中作业效率低下，错误率较高，同时随着快递业的不断发展，整个分拣环节管理难度不断提升。而AGV (Automated Guided Vehicle) 自主搬运机器人可以大幅度的提升搬运、仓储环节的效率。AGV 小车可自行选择产品类型，自动运算最优路线找到产品位置，实现扫码识别、称重、分拣、运送等的流程一体化，从而提升分拣效率。同时多 AGV 也可以进行协同作业。

► 安防巡检

安防巡检自主机器人的应用场景呈多样化趋势，用于地形复杂、环境恶劣、监控实时性高、人工巡检成本高的场景，如变电站、综合管廊、矿区、机房、轨道、高压配电房等，并在实际应用时可根据需求对不同功能模块进行个性化配置。自主机器人可做到外观检测、红外测温、环境监测、人员检测、消防预警等，具有故障预警和资产盘点等功能，通过人工智能与多传感器融合，可辅助人工对机房设备及环境进行自动检测与诊断，实现实时可视可管，提高运维效率和资源利用率。



图 2.22 安防巡检机器人

4.2 技术与 5D 的连接

► Deep Tech:

自主定位导航是自主系统的基础，为自主机器人的移动及线路规划提供了 Deep Tech。

► Deep Connectivity:

传感器将 Deep Data 传输到自主系统当中，推动环境信息与自主系统间的 Deep Connectivity。同时自主路径规划可计算出行驶路线中的最优解，提升效率达成 Deep Connectivity。

► Deep Data:

激光雷达、毫米波雷达、摄像头等传感器感知环境数据，获取自然和生产领域信息形成深度信息。

► Deep Intelligence:

通过人工智能、边缘智能等技术赋予自主系统智能化的高效任务协同能力，帮助人类完成工作，达成深度智能。

► Deep Purposes:

自主系统的应用有助于解决行业痛点，代替人类完成重复性工作以及减少不必要的成本开支，为整个社会提供了 Deep Purposes。

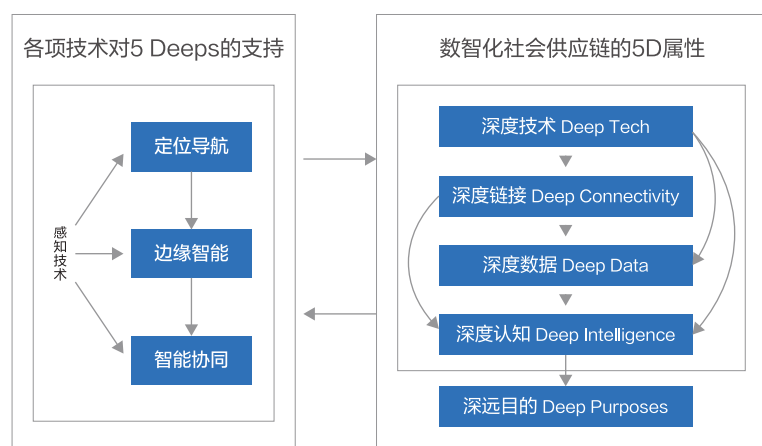


图 2.23 自主系统技术及 5D 属性关系

05

京东自主系统技术与应用优势

5.1 常熟智能快递城

京东正在江苏常熟建设全球首个智能快递城，目前城市级智能快递项目已经在常熟正式落地。截至 2020 年 10 月，首批 30 余台智能快递车已经在常熟市区投入使用，预计今年年内京东物流还将继续投入近百个智能快递车。智能快递车主要解决“最后一公里”的短距离配送，所在区域里，京东物流配送员可以申请“领养”一定数量的智能快递车配合自己工作，大幅提升配送员的效率，让配送员拥有更多的精力完成业务的创新与拓展，提升用户体验。

京东智能快递车自 2016 年诞生以来经历了多次迭代，目前搭载 L4 级自动驾驶芯片，拥有数据仿真平台、机器人管理平台和工控平台等，可实现自主环境感知、高精定位和规划预测等功能。随着 AI 技术的不断发展，人类将从繁琐沉重的重复性劳动中解放出来，成为终端人工智能的掌控者，进而有能力去创造更高的价值，并提供更多个性化的服务。京东物流正加速实现这一美好设想，智能快递网络将成为未来智能物流的全新标配。

5.2 智能分拣

京东分拣机器人在物流配送中部署超过百台。分拣机器人能相互识别并根据任务优先级进行操作，既能相互协作执行同一个拣货任务，也能独自执行不同的拣货任务。机器人接到指令后，会自动识别存放相应商品的货架，并通过机械装置将货架运送至拣货员。完成拣货之后，机器人再将货架运回货架区存放。在智能仓储内，货架的位置会根据订单动态调整，就近调配，最大程度上保证仓库内的运作效率。

在智能物流中，京东分拣机器人得到充分利用，大大提升仓储运行效率和物品配送的速度。整个仓配流程都无需人来操作，基本实现智能自动化。在互联网电商革命时期，分拣机器人的出现使得人类进入智能商业时代。

5.3 疫情期间的智能快递车辆应用

2020年2月初，在疫情影响最为严重时，京东物流在武汉完成了智能快递车的首次配送，成为业界关注的焦点。之后京东智能快递车又承担了武汉第九医院的配送任务，为社会做出了极大的贡献，彰显了智能快递的优势，体现了京东作为国内大型集团的社会责任感。配送机器人在配送范围内解决了超过50%的订单量，依托L4级别自动驾驶技术，整个配送过程实现了完全无人化。配送过程按照标准流程，首先按对车辆进行消毒放件，出发启动后，车辆会自动通过短信、语音电话通知收件人，并等待客户取件，随后自动行驶到下一个取件点或返回配送站点。在人车混行、红绿灯路口等复杂场景下，依托L4自动驾驶，实现安全可靠的无人物流配送。同时，整个部署和后期的运营可实现远程控制，这也是全球行业内第一次L4级别自动驾驶的实际落地应用，这辆具有历史意义的智能快递车已经被国家博物馆收藏。

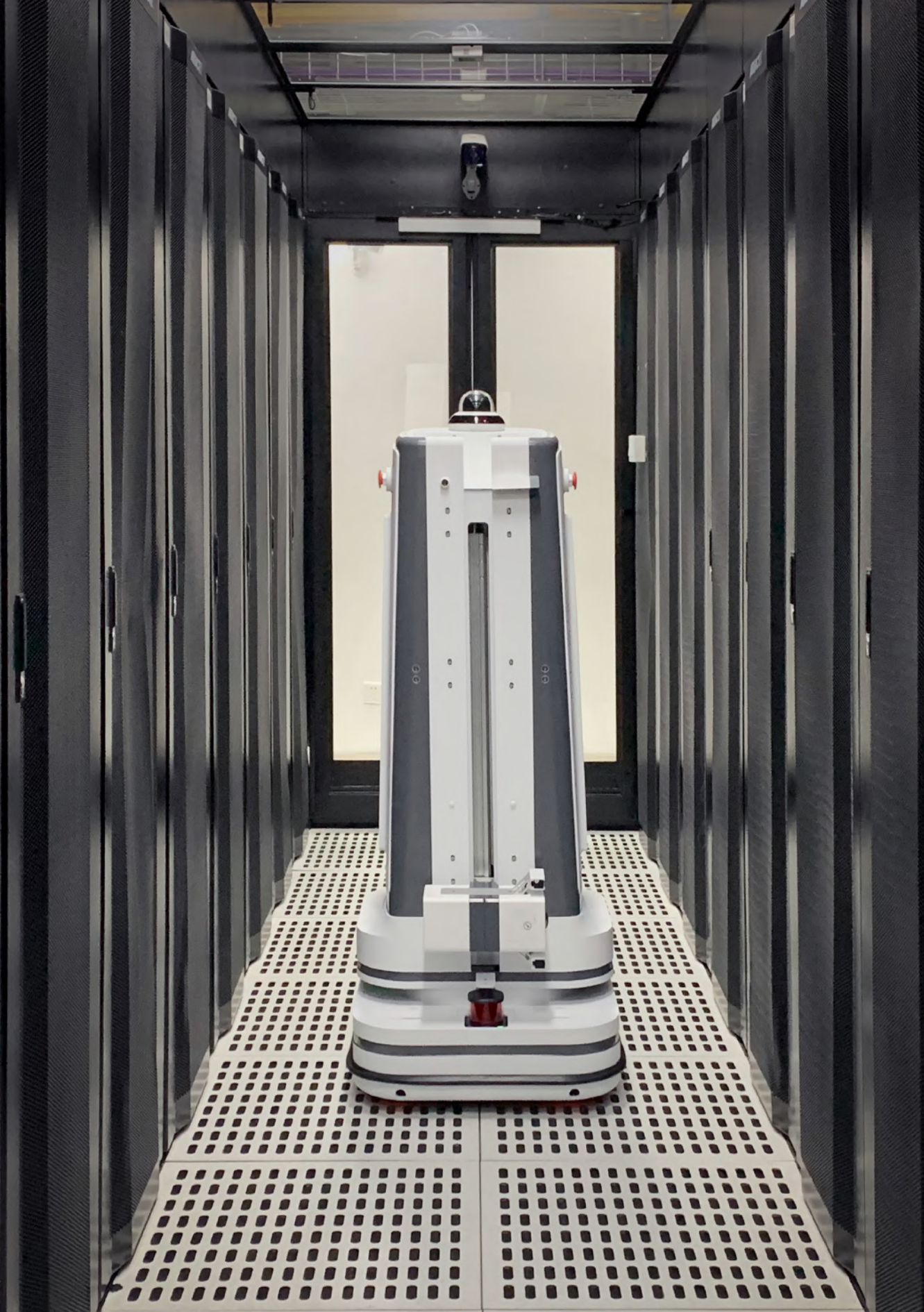


图 2.24 京东物流智能快递车

5.4 数据中心巡检机器人

数据中心巡检机器人属于垂类小众机器人，京东科技数据中心巡检机器人源于京东场景需求与京东技术积累的输出。围绕机房巡检、室内运送、铁路巡检等场景自主研发了系列巡检机器人产品，机房巡检机器人在国有大型商业银行数据中心的无网络环境下自主工作。数据中心巡检机器人包括机房巡检、轨道巡检、室内运送及智能穿戴功能四类，拥有全自主研发核心算法、调度系统以及通用运动平台。巡检机器人包含声光提示系统、监控系统、人机交互系统、机械臂运动系统、底盘运动系统、环境检测系统、电源控制系统、设备检测系统，可以进行实时诊断告警、精准运动控制、多维信息检测、多终端管理、多传感器融合。通过人工智能技术代替人工对机房环境信息、设备运行状态、设备温度信息等进行自动检测与诊断，完成故障报警和资产盘点，实现机房状态实时可视可管，提高运维效率和资源利用率。

目前京东科技数据中心巡检机器人可在平均30秒内完成单个机柜的巡检，且检测准确率达到98%以上，SLAM自主导航精度误差在20毫米。对比人力作业，极大提高了运维效率和机房稳定性。



06

自主系统技术变革趋势 及社会价值赋能

自主化和智能化时代的到来不可阻挡，自主系统的发展将从数字化、智能化的维度打造社会供应链，成为城市的新型基础设施。同时，自主系统的不断渗透也将逐渐改变人类的思维方式，改变长久以来人类对于机器根深蒂固的观念。在坚持以人为本的前提下，以无人车、无人机等为代表的无人系统将以有感情、有温度的方式进入人类的生活，为人类创造人机和谐共融的生活方式，并在数智化社会供应链中的生产、流通和服务的各环节中传递从宏观到微观的独特价值。自主系统的深度应用不断延续其价值，打造无时不有，无处不在的智能化环境，最终以智化万物的形态与人类和谐共存、责任共担，在物质和精神层面极大满足人类对于数智化社会的美好期待。届时，人类有望摆脱机械重复或具有危险性的工作，人类的脑力与创造力将得到大幅提升。



“

下一代计算：云边端协同的智能计算

”

01

下一代计算技术背景

近年来，随着数据规模的不断增长，人工智能特别是深度学习算法在越来越多的行业内得到应用，对计算系统提出了越来越高的要求与挑战：1) 尽管集成电路工艺与技术的持续进化保持了算力的高速增长，但是这一增长很难在依靠现有半导体制程技术的基础上长期维持，需要计算范式取得新的突破。2) 百花齐放的端用户智能应用需要大量的算力，为了满足这一需求需要将计算任务上传至计算能力更强的节点实现终端的轻量化；而这些应用提出的更为严苛的要求，如低延迟和数据隐私保护等又使得仅基于云的方案难以满足需求，急需新的计算架构的出现。3) 人工智能算法正在改变着许多行业，而不同的行业本身也在影响着人工智能算法本身的革新。而如何设计出与行业领域深度耦合的计算方案，成为了一大挑战。

在新技术、新场景、新挑战的驱动下，计算领域正经历着一场深刻的变革。相对“上一代”传统计算范式而言，下一代计算具有以下显著特点：

► **计算数据量爆炸增长，大数据成为常态。**

海量数据可以被不同的算法和应用处理利用，形成不同目的的服务。因此新一代计算需要储存、筛选、处理大数据的能力。

► **深度学习成为越来越广泛应用的计算算法。**

特别是在计算机视觉、自然语言处理、智能机器人等领域，深度学习的研究取得突破性进展，使得智慧城市、自动驾驶、物联网、安防等应用市场迅速扩大。

► **计算在强互联的计算网络系统中完成。**

单一节点的计算能力难以满足深度学习应用的需求，需要协调从用户端侧到网络边缘服务器到云服务器所有计算节点，通过有线无线宽带技术联通，需要在节点间高速传递数据。

► **计算应用场景领域化。**

如智慧城市、自动驾驶、物联网、安防等领域内，虽然计算算法本身具有一定的相似性，但是由于基础设施的不同，如计算能力、功耗限制、存储能力、通信状况等的异构性，对计算平台提出了资源的智能分配、算力平衡、应用自适应的方案设计需求。同时，许多场景下还需要满足超低延迟和保护数据隐私的需求。

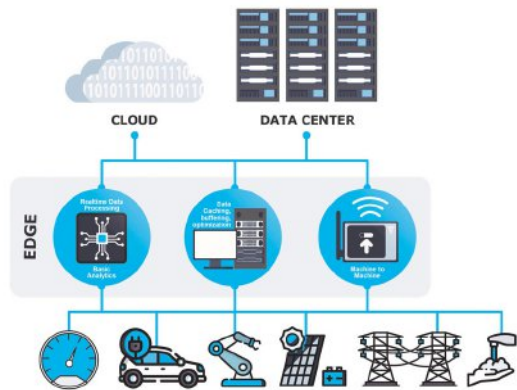


图 2.26 云边缘架构，图片来源：Mozelle Mertz, Morioh

因此，在下一代计算中，计算任务从用户端逐步向计算能力更强大的边缘端和远程云服务器处移动，正朝着云、边、端协同计算的层级结构发展。端至云计算性能要求不断提高，同时云至端计算效率要求也不断加强，计算技术需从计算硬件原理、计算硬件构架、计算系统等方面进行改进与革新，满足多领域内计算性能与效率不断提高的需求。

02

技术发展趋势及发展挑战

2.1 技术发展趋势

下一代计算的技术发展是全面的，既需要计算硬件平台（特别是计算芯片）的进步，也需要计算系统的构建与管理技术的进步。当特定计算任务被输入计算系统，系统将针对此任务选择适合的硬件平台并部署算法，使得算法得以执行且满足此计算任务的性能和功耗要求。例如，一个简单的计算器功能可以被部署到PC处理器、手机处理器或专门的计算器芯片中，新计算技术的发展目标，是将更多、更复杂的计算任务在性能、面积、功耗要求内实现。计算硬件平台与计算系统方面的技术发展将是并行的、长期的。

云计算硬件已经成为计算技术创新的主战场。目前已经开发了多种新计算构架和处理器，并投入使用。高性能计算是数据中心的主要目标，其加速对象也比较广泛。在边侧和端侧，提升固定应用的计算效率也是重要的优化对象。在少数一些边端应用领域，如自动驾驶、安防，专用的计算芯片已经获得认可并投入使用，还有广阔的应用空间等待被新的计算技术所覆盖。因此，很难有一种通用的计算硬件适用于所有边端的计算需要。

计算系统规模越来越大，构成越来越复杂。云计算的超大型数据中心使用多种计算硬件，如CPU、GPU、TPU甚至FPGA。同时，在端侧的智能设备也遍布日常生活，如智能音箱、智能温度计、安全摄像头等。所有设备形成了一个从端到云的网络，而计算任务则通过系统中智能分配的多个计算节点共同完成。

► 加速神经网络计算

正如显示技术与渲染算法的进步推动了 GPU 的诞生，深度学习算法推动了 TPU/NPU 等神经网络加速器的出现。深度学习被越来越普遍地应用到各个领域，从云侧一直延伸到边端。特别是在云侧完成的神经网络的训练，需要极大的算力支撑。因此加速神经网络计算的技术成为应用范围最广，见效最快的方向。

神经网络的基本单元相对单一，基本单元之间的连接关系也有相对固定的模式。但神经网络整体可能具有多变的结构和大量的权重数据。因此神经网络计算构架通常由海量内存单元和卷积、池化计算单元组成。这种结构实现了深度学习中数据读取与运算的高并发，且利用特定的多操作数指令大大简化了数据流控制的复杂度，从而实现了神经网络计算的高性能。

数据中心中使用的神经网络加速器通常采用标准数据位宽，同时支持浮点运算用于神经网络的训练。这种构架具有良好的通用性，适合广泛的计算应用。在边端侧神经网络加速器基本都不需要浮点运算，并且可依据应用场景进行进一步定制，调整数据位宽与内存大小，从而提高计算效率，满足其功耗、面积及成本需求。

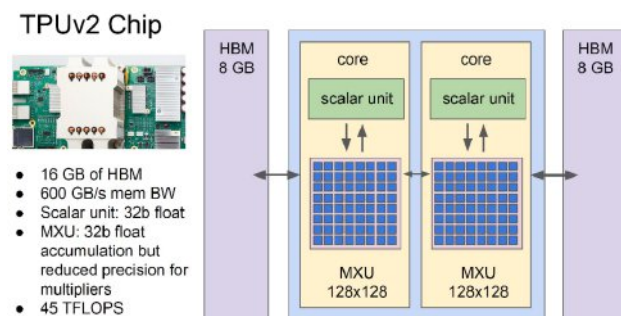


图 2.27 TPU 芯片架构，图片来源：Servethehome

► 保障数据安全

云、边、端一体的计算系统需要覆盖到区域、城市、甚至更广的范围，这需要高速安全通信网络。一方面要防止非法设备接入系统，另一方面也要防止数据传输过程中的泄密。因此安全认证和数据加密成为所有计算平台必须具备的功能。

安全认证中的关键问题是密钥的保存与安全启动。为保证密钥的安全，密钥与安全启动算法需要由定制硬件来实现。当设备启动并接入系统之后，与系统之间的数据都需要经过加密解密。由于数据只有经过解密才可以被处理，加密解密计算的性能对整个系统的性能将产生明显的影响。在这种需求下，安全芯片应运而生。安全芯片的是可信平台模块，是一个可独立进行密钥生成、加解密的计算装置，可存储密钥和特征数据，为设备提供加密和安全认证服务。芯片级的安全计算正在向着片上安全 IP 发展，使得明文数据与数据处理得以在一个片上系统中安全地完成。

► 面向应用优化构架

通用的神经网络加速芯片与安全芯片可以在一定程度上提升深度学习算法的计算效率，然而在特定应用场景下，通用芯片仍然无法满足应用的性能、面积和功率要求。面向应用领域的进一步优化成为一个发展方向，在边端侧，以汽车、安防、智能手机、机器人等应用领域为代表的专用芯片被不断推出，如 Tesla FSD 和地平线征程系列为自动驾驶的专用芯片。其中不但有支持基于深度学习的图像检测、分类、像素级分割等功能，也支持对视频格式的高效编码，如海思的安防芯片专为高清图像处理及人脸识别设计。

边端侧计算设备通常只执行一个或少数几个特定应用。对于给定的应用，优化可利用的信息是已知的算法，而优化目标是确定的性能功耗面积需求。在一个已知的算法中数据宽度是固定的或很少变化的，而其中操作的种类也是相对固定的。因此面向应用的优化平台可以调整数据位宽，并构造多操作数运算达到高性能且降低数据搬运次数的作用。

► 有效分配算力与资源

在高性能互联计算硬件的基础上如何为计算任务调度分配算力与资源成为了计算系统是否有效的一个关键问题。随着计算系统规模的扩大，调度分配算法需要处理的任务与资源都成指数上涨。同时算力和资源的类型也从单一化转向多样化。另外计算任务所需的时延、功耗限制也加大了系统调度的复杂度。因此计算系统中任务调度策略向着越来越复杂越来越智能的方向发展。

在有效调度计算任务基础上，进一步对其计算量的精确衡量也成为了趋势。当前对计算量的测算是以粗粒度的处理器个数和运行时间为单位的。而在高效的调度下同一个处理器可同时处理多个计算任务。因此对任务计算量进行更精确的衡量也成为调度智能化的需求。

► 提升绝对算力，加大内存空间

绝对算力的提升仍然是计算技术发展的原动力。集成电路制造工艺的提升为算力指数增长做出了显著贡献。先进制程工艺已经发展到 10nm 以下，如华为 2019 年发布的麒麟 990 芯片采用 7nm 工艺，而 2020 年发布的麒麟 9000 则前进到了 5nm 工艺，晶体管数量提高了 1.9 倍。

除了集成电路制造工艺的进步，封装技术的进步也促进了单器件规模与算力的提升。3D 封装技术将若干个裸芯片层叠在一起，通过中间介质实现芯片与芯片、芯片与封装基板间更高密度的互连。3D 封装技术除了可以帮助提高算力，在解决存储器容量和带宽方面也具有决定性作用。4 片 DDR 内存裸片可以通过 3D 封装技术紧密的封装在一起形成 4 倍容量的内存颗粒。3D 封装技术另一个应用是提高片上内存容量。基于 3D 堆叠工艺的高性能 DRAM，由于靠近片内计算单元，能有效的减少数据的搬运，从而提高计算的效率。这些技术被越来越多的计算平台所采用，广泛的应用在高端计算芯片中。

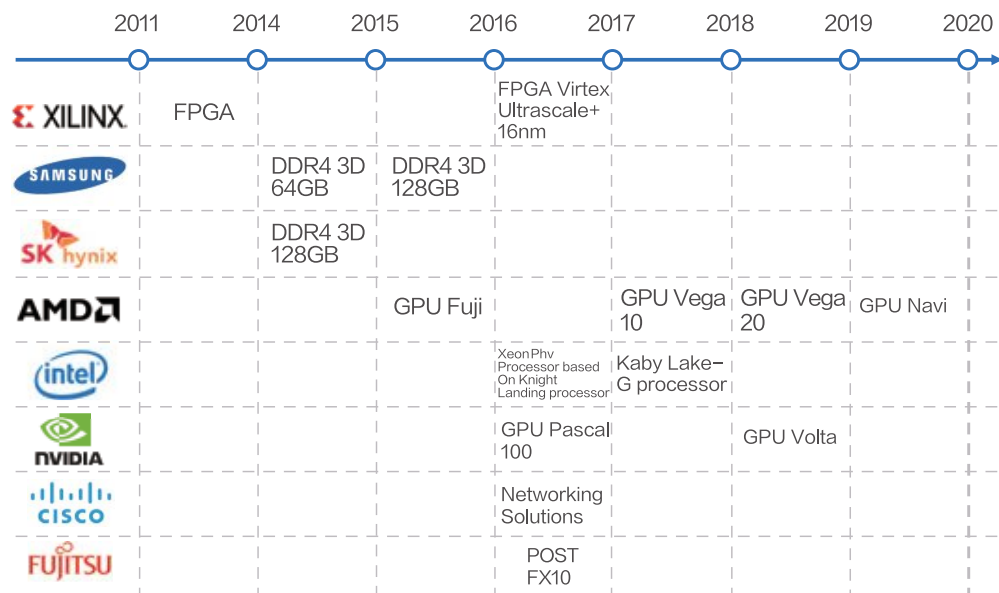


图 2.28 高性能 3D TSV 商业产品发布进程

► 集成电路工艺驱动的算力瓶颈

集成电路工艺在突破 5nm 之后逐渐在接近晶体管直径的物理极限。尽管目前集成电路工艺仍继续向着 1nm 迈进，但其制造成本却大幅提高。在同等成本水平下是否可以维持算力的指数增长可能成为下一代计算前进的关键。在寻找集成电路工艺替代算力的尝试中，量子计算被认为是最有可能补充传统集成电路算力的技术。

► 内存墙

随着计算芯片的算力越来越强，对神经网络计算的并行度越来越高，数据从内存（特别是片外内存）的读取速度成为了计算性能的瓶颈。特别是在基于冯诺依曼构架的计算结构中，数据集中存储更加剧了内存带宽难以满足并行化计算带宽的矛盾。利用 3D 堆叠技术提高内存带宽虽然有所帮助，但无法彻底解决内存墙的问题。存算一体技术将可能成为打破内存墙的关键。

2.2 发展挑战：

伴随计算技术飞速发展的是一些技术难题。其中一些重要的难题如果得不到很好的解决，就有可能阻碍计算技术的不断前进。以下是计算技术发展所面临的主要挑战。

► 计算硬件平台的多样性

随着计算构架的由通用化走向专门化，计算硬件平台的设计变得非常多样。根据云、边、端的不同，针对算法、性能、面积、功耗的需求，计算芯片就可能变得不同。在每个细分领域使用不同的计算芯片就意味着更高的设计成本和制造成本。如何找到一种开发快速、制造成本低的硬件平台，成为缓解细分化带来产品成本提高的关键因素。

► 计算部署的复杂性

在大量且多样的计算平台间实现云、边、端协同计算，使得整个计算系统的复杂度空前提高。系统部署调度需要将一个计算任务（包括数据与算法）分配传输到恰当的计算平台上，并在该计算平台上制定内存分配、数据通路与控制，同时满足该任务的时延与成本限制条件。计算任务部署既需要考虑计算系统的静态结构，也需要考虑整个计算系统的负载分布及任务在系统中的传输延时等动态因素。更加智能的复杂的系统状态信息采集和任务动态管理算法是需要同时解决的问题。

03

关键技术点

为克服计算平台发展上的挑战，新的思想、技术不断的涌现出来。其中一些关键技术被认为是最有前景、最有效的方向。

► 计算硬件平台 / 芯片技术

1. 异构计算

神经网络加速器的新构架为深度学习算法提供了有效的加速手段。但一个计算应用场景下所需的算法通常是多种多样的。例如手机平台需要图像声音处理、数据加密解密、神经网络计算以及通用计算等算法。更为复杂的是，手机平台需要兼顾峰值性能与待机时的功耗。因此单一的计算构架是远远无法满足手机平台的需求的。

异构计算就是将多种计算构架集成在同一处理器中，并将不同类型的计算任务部署在最适合的构架上。以苹果 M1 为例，7 种以上的不同计算构架被实现在同一芯片上。有专门处理视频音频编解码及图形处理的多引擎，有专门处理机器学习和神经网络的多引擎，有相对通用的 CPU、GPU 核，还有专门负责安全认证以及加解密的安全模块。正是这种复杂的异构计算技术，才使得 M1 在保持高性能的同时实现了卓越的低功耗特性。

异构计算在提高计算性能与效率的同时，也增加了计算部署的复杂度。根据不同的异构构架，计算系统需要动态的识别计算类型，并分配适合的计算资源。异构技术需要与之配合的编译技术。

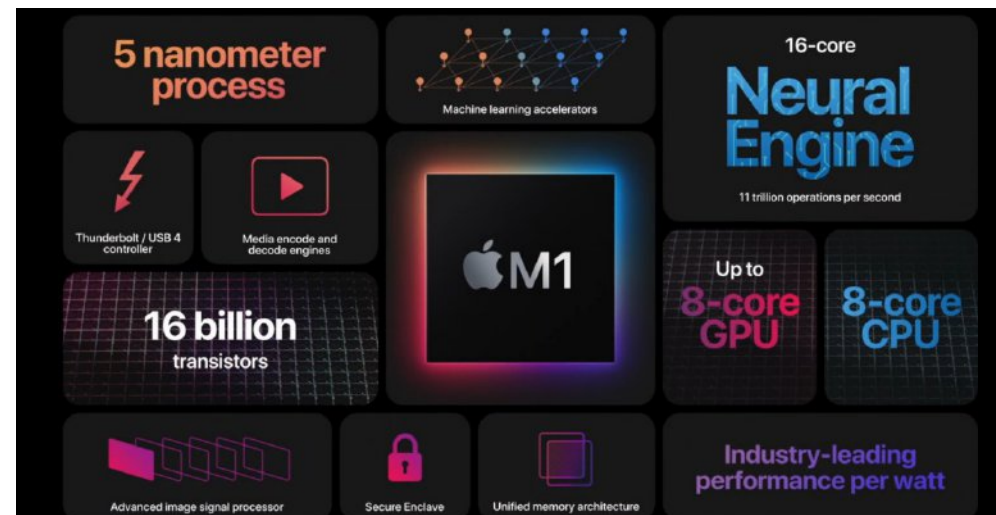


图 2.29 苹果 M1 芯片架构，图片来源：Corey Gaskin, Arstechnica

2. 可重构计算

面向应用的优化在提高性能与效率的同时，也使得计算硬件越来越定制化、碎片化。这使得计算硬件的设计数量越来越多，每个设计的批量越来越小，进而增大了硬件的成本。为解决这个问题，复用同一硬件实现不同计算构架的可重构计算成为了关键技术。

可重构计算的典型构架是 FPGA。FPGA 包含海量可配置的内存、乘法器、加法器、随机逻辑模块以及绕线。FPGA 可根据不同计算而被配置为不同的数据位宽、不同的内存分配、不同的乘加运算、不同的逻辑计算、以及它们之间不同的互联关系。FPGA 的架构完全与冯诺依曼架构相反，内存与计算单元都是分布式的，且相互临近。这种结构有利于并行化计算和提高内存的读取的带宽。同时 FPGA 是一种可重构的芯片。FPGA 芯片在未被配置前不具有任何功能。一种定制的计算构架可以被编译下载到 FPGA 中，FPGA 就具有了该计算构架的功能。FPGA 还可以被反复重构，甚至在线重构。在几秒、几分钟内就可以由一种计算构架转换为另一种计算构架。

可重构计算在云、边、端侧都有广泛的应用。数据中心利用可重构计算，根据当前计算任务的类型动态地调整服务器中的计算资源，从而提高效率，降低成本。而边端侧也可以利用可重构部分定制专用构架，如神经网络加速或视频编解码加速等等。

可重构计算与异构计算相结合，CPU/GPU/MCU+FPGA 的结构已经成为新一代处理器的趋势。在 MCU+FPGA 产品 Zynq 获得成功之后，Xilinx 的最新一代适应性计算加速平台（ACAP）就采用了 MCU+FPGA+ 神经加速器 +DSP 的异构构架。可重构计算在下一代高性能计算中的重要作用可以从 Intel 与 Altera 及 AMD 与 Xilinx 的并购案中窥见一斑。

Versal Architecture Overview

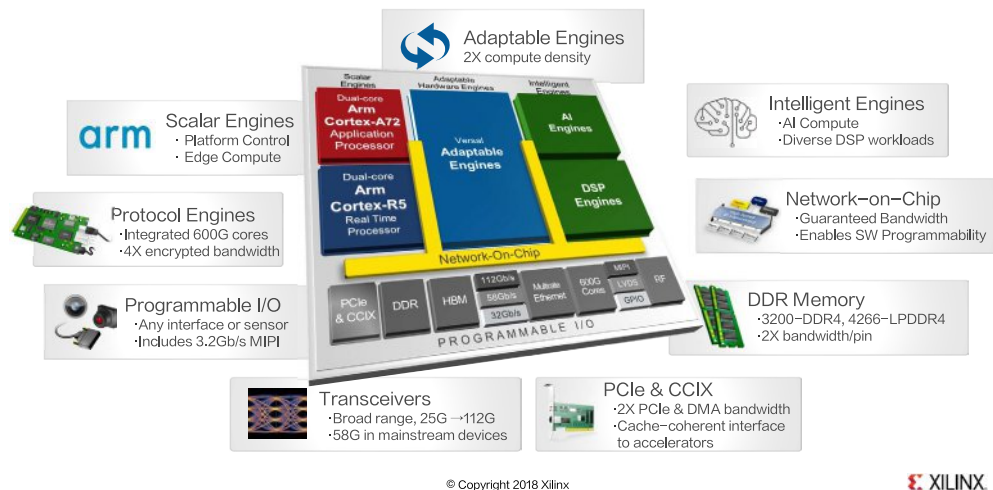


图 2.30 Xilinx Versal 架构概览, 图片来源: Asif Anwar, Strategyanalytics

3. 存算一体

内存墙是新一代计算技术的一大挑战, 其根本问题是内存读写带宽的提高无法跟上并行算力的需要。分布式存储, 如 FPGA 中的片上内存, 以牺牲单块内存换取更多的读写端口, 从而提高了内存的读写带宽, 在一定程度上缓解了内存墙带来的效率下降。而存算一体技术将有可能在根本上解决这个问题。

存算一体的目的是将计算直接植入内存中, 不但消除内存与运算之间的带宽问题, 同时也减少了数据的搬运, 因此极大的提高了计算的效率。基于阻忆器的存算一体技术可将存储与权重矩阵乘法集于一体, 在存储的同时完成运算。目前已经出现了基于阻忆器的存算一体芯片。存算一体技术是否可以应用于片上集成系统, 制造工艺是否可以商用, 还需要进一步的演化升级。

向量-矩阵乘法 (深度学习中99%的运算)

$$\begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \dots \\ X_N \end{bmatrix}^T \cdot \begin{bmatrix} W_{11}, \dots, W_{1M} \\ W_{21}, \dots, W_{2M} \\ \dots \\ W_{N1}, \dots, W_{NM} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \\ \dots \\ Y_N \end{bmatrix}^T$$

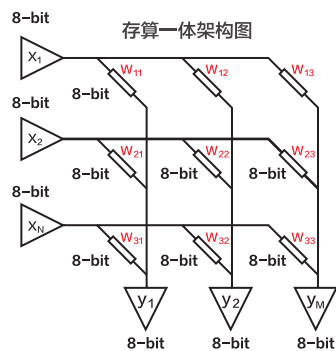


图 2.31 知存科技存算一体芯片技术, 图片来源: 北京微电子国际研讨会

► 计算系统技术

1. 智能调度

下一代计算系统不但规模大、性能高、互联性强, 其系统复杂度也是空前的。首先计算系统中的资源不是固定的, 既可能有新计算设备接入, 也可能有已有的计算设备离线。计算任务的负载也是实时变化的。而可重构计算设备为系统调度提出了更高的要求。调度系统不但要调度计算任务还要配置计算资源。在 AWS 中 FPGA 被集成到云服务资源中, 并根据需要动态重构为所需的构架, 进而高效的执行被分配的任务。

计算资源调度问题都被认为与非确定性多项式 (Non-deterministic polynomial) 优化问题一样困难, 即一个 NP 问题。在限制因素较多的情况下, 求解该问题变得极为复杂, 找到全局最优解几乎是不可能的。在启发式算法中, 先进先出、小任务优先等初级算法过于简单。遗传算法、蚁群算法、粒子群算法是目前表现比较优异的调度算法。而基于机器学习的智能调度算法则是调度算法的前沿研究方向之一。

2. 全栈编译

传统编译技术是针对通用计算构架、固定指令集及目标处理器的编译。在算法编译过程中构架、指令集和计算资源并不会随算法的不同而改变。而面向应用的构架优化需求以及可重构计算技术的应用, 使得在特定的应用场景下算法编译不再受固有计算平台的限制。在算法编译过程中可以根据性能面积功耗的要求, 选择标准计算构架, 甚至定制存储、计算单元、互联关系并动态生成指令集。

全栈编译使得开发者在设计软件的同时也设计了硬件, 因此全栈编译也属于软硬件协同设计的范畴。例如 Xilinx 基于 ACAP 器件的应用开发平台就是一个全栈编译的典型实例。编译工具针对给定的人工智能设计选择标准的加速器库, 并做进一步优化, 最终部署在异构且可重构的硬件平台上。从而为应用定制最优的计算平台。

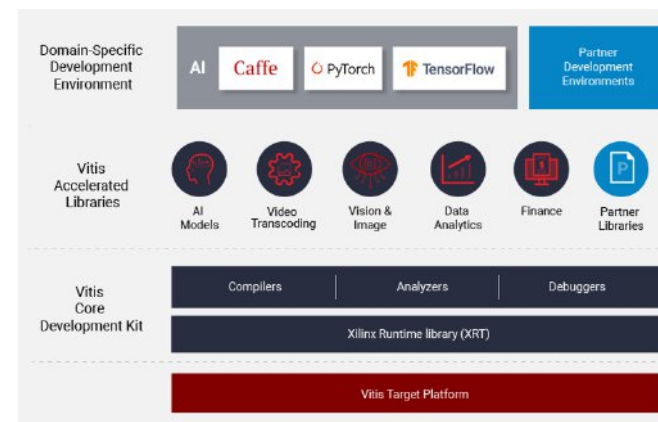


图 2.32 Xilinx Vitis 统一应用开发平台概览, 图片来源: Xilinx

► 计算原理技术

1. 量子计算

在可能取代集成电路工艺的计算技术中，量子计算技术是最有希望的一个。量子计算机是一种全新的基于量子理论的，依据量子力学规律进行高速数学和逻辑运算、存储及处理量子信息的物理装置。它是目前人类提出来的一个不同于冯·诺依曼体系的计算模型。由于量子态的叠加、纠缠等性质，使得这种计算模型理论上拥有指数级别的计算能力。

Google 的一台 54 量子比特的量子计算原型机，实现了传统架构计算机无法完成的任务。在实验中的一个计算案例，用目前最先进的超级计算机需要计算一万年，而量子计算机只用了二百秒。而中国的“九章”量子计算原型机则实现了 76 量子比特。

虽然量子计算已经表现了惊人的潜力，但量子芯片还有很长的路要走。量子芯片需要将量子线路集成在基片上，进而承载量子信息处理的功能。与传统计算机的发展历程相似，量子计算机在克服瓶颈技术之后，需要走集成化的道路，实现商品化和产业升级。

2. 容错计算

量子计算的一个特点是结果的不确定性，因此容错技术对量子计算而言是绝对必要的。而容错计算的应用范围不仅仅是量子计算。无论是先进工艺下的电子集成电路、高速数据通讯、工业控制系统还是广域计算系统都需要检测并纠正错误的发生。

容错技术已经经过了多年的发展。纠错码是其中一项重要的容错技术，并已经被广泛的使用与数据传输中的查错、纠错。量子计算也可以利用编码技术进行有效的纠错。表面码是纠错效果比较好的一种技术。除了编码技术，冗余的思想也被应用于容错领域。并行容错是将同一任务同时交由多个系统进行处理并对结果进行比对，多数一致的结果被认为是正确结果。并行容错常用于关键部件，如电源、磁盘存储等部分。串行容错又叫接力容错，则是指只有在错误发生后才重新分配资源进行二次处理的容错机制，以降低系统中的资源成本。

04

技术应用及价值

4.1 商业化落地

► 边缘业务上云：

云边协同实现信息化支撑，追求可持续发展

云边协同计算在企业信息化、自动化融合工作中，可以发挥巨大价值，能源、制造、交通等行业的业务场景逐渐向边缘端迁移，海量数据亟需在边缘进行预处理，低时延、高并发的业务场景进一步放大了边缘微数据中心、远程运维和降级自治等需求。通过部署边缘计算节点，可以有效连接 IT 和 OT 系统，并最大限度保证 OT 系统低延迟响应、可靠运转和安全监管的要求。通过边缘软件实现工业硬件、工业以太网、工业总线的间接接入和数据采集，在具有一定自动化水平的智能供应链场景都有很好的应用前景。

► 量子计算云平台：

量子科技理论研究成果从概念原型向实用化、工程化的转化

我国量子计算逐渐走出实验室，量子计算在特定计算任务上具备指数加速能力，有望成为“后摩尔定律”时代新的计算形态，对潜在商业应用形成良性激励。云平台已成为量子计算应用探索和产业推广的重要方式，国内外多家科技企业和初创企业，包括本源量子 and 深圳量旋等都陆续推出了自己的量子计算云平台和服务。

量子云计算技术演进趋势和应用发展态势，以及各大量子计算云平台的功能和服务能力引起各方的广泛关注。量子云计算一方面实现对稀缺量子计算资源的充分共享，另一方面依托现有云计算模式，充分考虑到用户的应用习惯，成为量子计算应用的主要抓手，为量子计算研究者、量子软件开发者和行业用户提供了友好的服务窗口，降低用户进行量子计算开发、社交与应用的门槛。

4.2 技术与 5D 的连接

下一代计算的技术多样性与先进性决定其可以涵盖所有的 5D 属性，为计算能力变革、产业结构升级、实现智能化社会供应链提供坚实的基础，在接下来的数年内将为经济社会发展提供源源不断的创新发展方向。

► Deep Tech:

下一代计算中基于云边协同、量子计算、类脑计算等技术构建的具有高效计算能力的计算机硬件和软件资源组成了下一代计算的 Deep Infrastructure，成为 Deep Data 流动和处理的载体。

► Deep Connectivity:

云边协同计算的发展促进了系统的优化，将全局化的分布式节点进行组合，依靠其并行计算能力处理分布式节点存储与资源调度，实现了更广的连接，更低的时延，更好的控制，发展了更适合边缘计算架构的结构，使其适用于更多场景，推进了 Deep Connectivity 的发展。

► Deep Data:

量子计算的研究以及类脑计算的发展提高了海量数据的并行计算能力，并且可以对异构数据进行计算和使用，为人们的生活及工作提供极大便利，推动了 Deep Data 的发展。

► Deep Intelligence:

类脑计算学习大脑的信息处理机制，在建立更强大和更通用的机器智能方面取得了新的进展。通过多学科交叉和实验研究获得的人脑工作机制更具可靠性，为人工智能未来发展提供基础系统架构，推动了 Deep Intelligence 的发展。

► Deep Purposes:

下一代计算结合人工智能、机器学习等技术实现在各个行业的应用落地，以此为基础，帮助各行业完成服务转型升级，构建智能、快速、以需求为导向的 Deep Service，可以为人们的生活及工作提供更优质的服务。

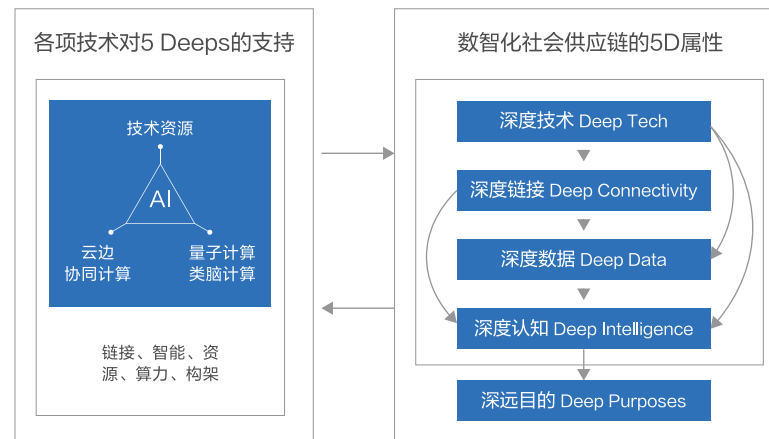


图 2.33 下一代计算技术及 5D 属性关系

05

京东在下一代计算行业的技术及应用优势

京东以其雄厚的实力和成熟的平台，在不断的技术积累和创新下，形成了以下五大核心优势：第一、高端的技术人才队伍。京东组建了一支成熟稳定的以高端技术人才为核心主力的人才队伍，实现业界领先的技术实力和服务能力。第二、完善的基础设施。京东在全国形成巨大的数据传输网络，基于稳定可靠的基础设施，京东以一流的技术和运维能力向用户提供安全专业、稳定便捷的计算服务。第三、丰富的下一代计算产品。京东通过人工智能、大数据等行业领先的技术为用户业务的快速发展助力赋能。第四、多层次立体式场景支持。京东通过功能丰富的标准产品提供全栈式云计算服务，针对用户需求提供快速的定制化开发，充分满足用户对下一代计算的全方位需求。第五、优质的服务体系。京东基于用户服务和通用技术服务等基础服务，以促进用户成功为理念，建立了高技术价值服务，形成了基础稳固、技术先进、用户满意的层次化服务体系。

5.1 “云边端” 互联计算系统

自建覆盖云边端的计算基础硬件系统。在云端部署支持高性能计算中心，支持 CPU、GPU、神经网络加速器、FPGA 等多种计算处理器芯片，支持海量数据存储。在边端侧部署面向应用的高效率计算系统，进行数据的采集、筛选与预处理。在云、边、端之间建立安全的宽带数据传输通道与认证机制。整个基础系统保持高度的可扩展性，支持添加新计算处理器或扩大系统规模。

在基础硬件系统的基础上搭建高效的系统管理体系。动态监控系统结构状态及负载状态，通过优化的任务调度算法，快速有效的传输并执行计算任务，最大限度的利用硬件系统提供的算力。开发友好的用户界面，为用户提供方便的计算服务接口与实时准确的任务执行状态信息。

通过对整个计算服务系统的全栈（硬件、软件）深度优化，为用户提供高效、安全、稳定并具有竞争力的计算服务平台。

5.2 数据库与领域定制业务

在上述计算系统的构架下，针对应用开发新技术，提供新服务。发展终端定制硬件设备，采集更广泛更全面的数据，如个人生活购买历史、行程记录、医疗状况、城市交通状况、基础设施状态、气象降水量、地表温度等信息，建立超大型数据库。在大数据的基础上扩展专用领域计算，为用户提供专门领域的定向服务。定向服务将覆盖智能城市、物联网、智能机器人等新兴领域，也可以渗透到如气象、电影电视、航空航天等传统行业，为这些领域带来质的飞越。特别值得提出的是，量子计算技术在发展过程中将首先应用在超大规模计算领域。在数据安全、环境气象、国防、航空航天、生物医疗等方面，量子计算技术都蕴藏着巨大的潜力。

06

下一代计算技术变革趋势 及社会价值赋能

“

下一代计算：承前启后，引领未来

”

中共中央总书记习近平在主持十九届中共中央政治局第二十四次集体学习时强调，当今世界正经历百年未有之大变局，科技创新是其中一个关键变量。我们要于危机中育先机、于变局中开新局，必须向科技创新要答案。下一代计算的发展具有重大科学意义和战略价值，是一项对传统技术体系产生冲击、进行重构的重大颠覆性技术创新，将引领新一轮科技革命和产业变革方向。

云边协同计算基于云原生的开放架构和边云业务协同能力，给很多产业提供了新的应用场景和机会，也提供了更安全的数据处理方式。云计算已经广泛应用在互联网，智能城市，工业互联网，半导体等很多产业中。当云边协同计算推广开来，便是5G万物智联时代真正的到来，云边协同势必在生产中占据举足轻重的位置，大放异彩。

量子科技发展突飞猛进，成为新一轮科技革命和产业变革的前沿领域。量子科技发展具有重大科学意义和战略价值，加快发展量子科技，对促进高质量发展、保障国家安全具有非常重要的作用。量子计算的相关问题如果实现突破，计算能力将百万倍增加，实现“量子称霸”成为可能，建立量子计算模式下的现代信息行业充满想象。

算力就是生产力。下一代计算面向从量变到质变的信息需求，在算力上产生了革新式进步，以更为先进、具有更加强大计算能力的软硬件系统服务于社会经济发展，促进传统产业的转型升级，为增进民生福祉添砖加瓦。

技术赋能数智化社会 供应链新业态



“

智能零售：全场景、全渠道构建社会经济增长新动能

”

02

智能零售发展情况

2.1 智能零售发展背景

近年来，新时代的零售行业不断发展，出现了新的发展特征。国家统计局的统计数据显示，国内社会商品零售总额的增速已进入下降区间，特别是2018年后，增速放缓的趋势更加明显。同时网络购物用户规模的增长也进入缓行期，截止2020年6月，网络购物用户占全部网民的比例达到了79.7%，获客成本逐渐升高。近年来，电商平台通过对下沉市场总计约5亿的潜在客户开发获取了大量的新增用户，同时仍需对存量用户的需求做更深入地洞察，期望发掘新的增长点。智能零售在新时代新需求的背景下应运而生，通过对电商平台和上下游供应链主体的合作整合，充分发掘消费者更多需求、创造新的零售场景，以垂直领域的场景挖掘、去中心化零售等新业务作为增长的机会点，促进零售行业的进一步发展。

01

智能零售内涵

随着零售行业的技术创新和商业模式的变革需要，智能零售应运而生。智能零售在业态演变、数据运用、场景重塑、营销链路、供应链融合等多个方面进行了革新，通过全产业链的合作为消费者带来了购物行为和购物场景的新体验，满足了新时代消费者个性化的消费需求；重塑后一体化的线上线下场景，实现了获客的降本增效。这些变化是对零售人、货、场三要素的升级，共同构成了智能零售的完整图景。

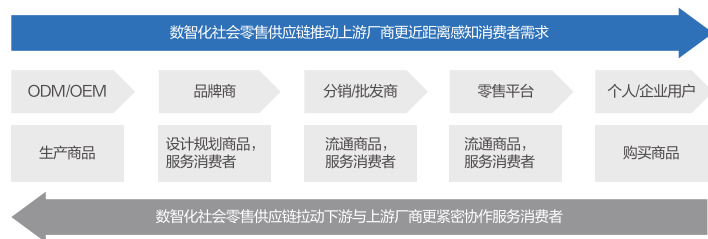
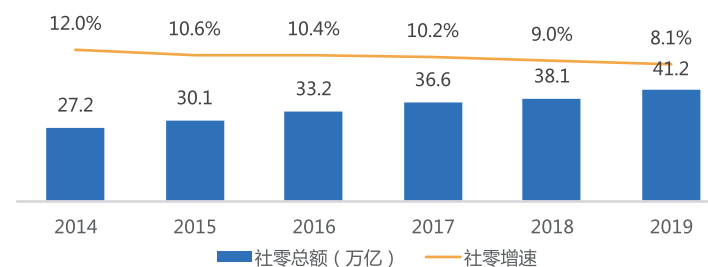


图 3.1 数智化社会零售供应链概览

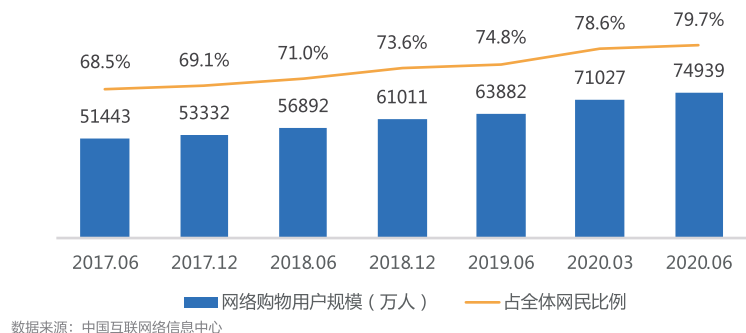
2014-2019年社会商品零售总额及增速



数据来源：国家统计局，2018年社零统计口径有所调整，社零增速统一按照可比口径计算

图 3.2 2014-2019 社会商品零售总额及增速

2017.06–2020.06网络购物用户规模及渗透率



数据来源：中国互联网络信息中心

图 3.3 2017–2020 网络购物用户规模及渗透率

2.2 智能零售发展趋势

智能零售着力于“人”、“货”、“场”三大要素，力图实现新时代零售行业的全面升级。“人”，也就是消费者，是零售行业不变的灵魂与核心。通过对消费者线上线下行为数据的融合，并结合人工智能技术及营销方法论，我们期望发掘长期健康的成长模式。“货”，即商品，是零售行业发展的基础。依靠消费者及供应链上下游的数据结合，及时根据市场情况动态调整商品生产、定价、补货及 SKU 的管理，更好地支撑消费者的各类消费行为。“场”，即消费场景，是信息时代愈发被重视的零售环节。通过联结消费者的生活场景实现购物体验的大幅提高，同时实现电商平台和供应链环节的降本增效。“人”、“货”、“场”三要素在智能零售阶段被重新定义，人工智能、物联网、云计算等技术的应用，驱使零售行业由传统人找货向货找人的新型业务模式转变，真正实现“想人所想”的精准商品推荐。

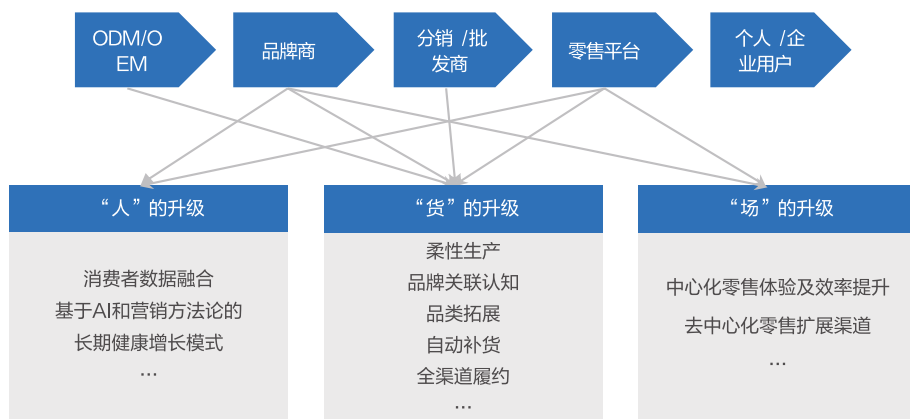


图 3.4 智能零售的“人”、“货”、“场”三要素升级

► “人”相关业务的升级

传统零售以商品消费为主，而智能零售则是以零售服务为主。零售平台作为最直接接触消费者的一环，通过与消费者的互动可积累多类的消费者行为及偏好数据。然而传统零售中的线下零售平台除简单的会员数据外，难以有效收集、整合、应用消费者的其他购物行为数据，在智能零售阶段，线下平台通过计算机视觉等技术，收集消费者在店内的购物行为轨迹数据，掌握消费者进店、购买、离开的全过程信息。同时线上零售平台与线下零售平台通过会员体系等数据的打通，可以让双方更全面地感知消费者的购物需求。以此为基础，结合人工智能技术对数据的分析以及各类营销方法论，智能零售能够实现零售业务长期健康的成长模式。

► “货”相关业务的升级

商品作为零售行业的流通产品，连接了从 ODM/OEM 到零售商之间的各个主体，传统零售中，供应链上各主体只能根据自身所掌握的数据进行商品的开发售卖规划，而智能零售旨在打破“数据孤岛”，通过零售上下游的数据共享实现对商品的开发售卖更精准的预测，达到降本增效的目的。

· 零售平台与 ODM/OEM 合作发展 C2M，实现商品的柔性生产

随着产业分级细化程度的提高，产业要素的配置也更加复杂，从原材料供给到生产制造再到品牌商，往往需要进行多对多的映射。同时随着经济水平增长，消费者从马斯洛需求金字塔的底部转变为最高层，即从对商品最基本的功能需求，转变为以自我实现为目的的个性化需求。供需两端的变化均对生产环节产生了较高的要求。在新的需求下，数字化程度更高的 C2M 工厂相比于传统工厂显示出更强的灵活性，在满足消费者的个性化需求的同时，节省了仓储、分销等中间环节的成本，实现产销的高效协同。

· 零售平台与品牌商合作进行品牌数字化升级，实现品牌在新品设计、品类拓展等多方面的能力提升

传统零售中品牌商大多是被动地感知消费者的需求，存在一定的滞后性，而通过对商品及消费者进行数字化管理，对各类商品的底层标签进行解析，可以在商品销售过程中，及时感知消费者对商品品牌、属性、定义、背后文化及价值的偏好，并以此为依据及时响应，针对各品牌特点进行新商品的研发生产。

· 零售平台与分销/批发商合作实现自动补货

传统零售平台大多依靠采购人员的经验对各类 SKU 商品进行补货，然而人工补货面临着需要管理的商品过多、耗时且难以兼顾的问题。智能零售平台通过对销售数据的总结分析实现对各 SKU 商品的销量预测，结合现有商品库存量，能够自动做出补货判断。同时供应商和零售平台之间通过库存数据、销量预测数据和订单数据等最新信息的实时交换，使得供应商也可以从过去的单纯执行零售平台订购任务转而主动为零售平台分担补充库存的责任，以最高效率补充销售点或仓库的货物库存，极大地减轻了采购人员在数千种 SKU 商品间补货的繁重工作。

· 线上线下零售平台间合作实现全渠道履约

传统商品物流路径通常需要经过工厂 - 主仓 - 前置仓 - 分拣中心 - 配送站这一流路径，其不仅延长了消费者收到商品的等待时长，同时物流成本随着层级分发逐步抬高，对部分低利润或大重量商品而言难以实现盈利。而通过线上零售平台及线下门店仓库合作进行的数字化融合改造，可以实现货物物理位置上的分布式存储，运用管理软件及人工智能算法检测匹配订单，实现就近发货和配送的原则。

▶ “场”相关业务的升级

智能零售为零售行业带来了去中心化的场景挖掘能力，现在消费者购物的出发点多是日常生活场景，人们越来越多地在线上线下的生活场景中随时产生购物冲动，而这也为零售行业带来了渠道扩展的机会。通过对消费者日常生活场景的感知并结合技术驱动，可以实现依赖于场景的去中心化零售服务。

在去中心化的线上线下零售场景中，智能零售通过多项技术的应用，增强了消费者购物时的互动场景。线上零售平台应用短视频、直播、3D 实景购物等新形态使消费者更有“逛街购物”的感觉，线下通过利用数据分析消费者行为轨迹来优化货架摆放及店面设计，在优化购物流程的同时，降低了人工运营的成本。同时线上线下消费场景的融合，可以让零售行业深入挖掘垂直领域的增长点，以消费者购物需求衍生的生鲜、医药等品类 O2O 的发展，成功拓宽了多类商品的销售场景。

在营销层面，人工智能及大数据的结合，让零售平台对消费者的生活需求有了深度的理解，从而对消费者的购物需求做出及时预测，实现基于消费者的需求场景做出精准营销，并提供解决方案式的零售服务。相比传统的品牌及活动效果营销，智能零售针对不同类型的消费者的当下需求做出的针对性内容推送，可以让消费者更明确地感知品牌优势及产品特色与自身需求的契合度。通过对消费者更深入的挖掘，促进零售行业对增量及存量市场的进一步开发。

2.3 智能零售的发展挑战

▶ 数字化程度低、系统异构、数据标准不统一等问题阻碍多方数据融合

零售作为传统的商业形态，对数据的采集、分析、应用意识长久以来都较为薄弱，供应链各环节主体存在数字化基础匮乏，缺乏数据积累的问题。部分供应链主体即使有数字化基础，但因系统老旧异构等问题无法与新系统做数据融合。另一方面，供应链上不同主体对同一商品的数据标注标准不同，同时市场竞争也使各零售生态系统互相独立而造成“数据孤岛”问题。以上多种因素阻碍了各方借助数据进行进一步的合作。

▶ 部分技术应用部署成本高，商业模式不成熟

目前无人超市主要应用 RFID 技术方便消费者进行自助结算，虽然 RFID 芯片本身成本较低，但由于超市存在大量低价高频购买的商品，芯片成本可占到此类商品利润的 50% 及以上，极大地挤占了超市运营的利润空间，成为无人超市发展的一大阻碍。另一方面，无人超市另一种应用，摄像头识别消费者与商品自动结算的解决方案，也因为前期摄像头部署成本过高，而难以形成成熟的商业落地模式。未来零售行业不仅需要关注算法技术的进步，同样需要寻找各场景下的通用解决方案，通过大规模落地应用带来硬件成本分摊，以此共同推进智能零售的发展。

03

数智化社会零售供应链与 5D

数智化社会零售供应链将各方通过数字化链接，进行数据的互通互融，结合上下游供需变化动态调整自身业务规划，实现了零售行业各参与主体的降本增效，同时丰富了商品的选择类别、提高消费者的购物体验。

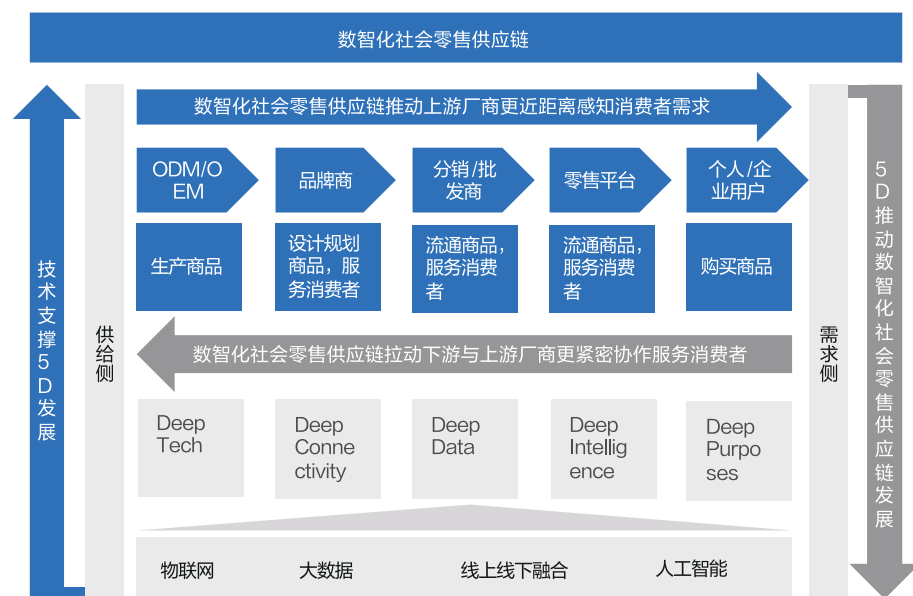


图 3.5 数智化社会零售供应链

▶ Deep Tech:

供应链中各方共同助力数据融合的发展，使各主体可以更好地迎合消费者需求，并做出相应业务的规划；同时新的零售场景业务对技术应用提出了更高的要求，推动了 Deep Tech 的发展。

▶ Deep Connectivity:

数据建模后通过线上线下数据的互联互通，实现上下游主体的合作，推动了 Deep Connectivity 的发展。

▶ Deep Data:

物联网技术的应用，使零售行业各主体可以对线下生产销售环节进行数字化建模，同时通过线上线下数据的融合，使数据产生了更大的应用价值，推动了 Deep Data 的发展。

▶ Deep Intelligence:

人工智能等技术在商品开发、采购、营销全链路上的应用减少了零售各环节业务的人力成本，推动了 Deep Intelligence 的发展。

▶ Deep Purposes:

通过各环节的优化，最终让消费者享受更舒适的购物体验，满足消费者个性化的需求，从而推动了 Deep Purposes 的发展。

04

智能零售关键技术应用

技术是不断推动智能零售发展的助推器。大数据、人工智能、物联网等多个技术领域都对零售行业的各个环节产生了深刻影响，多方技术共同推进了零售行业的数字化发展。信息流转速度加快、数字价值挖掘水平不断提高，使得零售行业根据真实的市场需求不断联动调整，真正实现“人-货-场”结构的优化，实现业务的自动化管理及利益价值最大化。

4.1 大数据：对消费者、商品及品牌资产数据的深度认知实现数智化增长

大数据是传统零售向智能零售变革的基础，零售数据可分为消费者数据、商品数据及品牌资产数据三个维度，消费者数据帮助零售平台及品牌商获取完整详实的消费者画像，使厂商可以对不同类型的消费者进行分层，根据各层消费者的需求特点，结合不同场景设计不同的商品营销及销售策略，迎合并扩展消费者的购物需求，提升消费者的生命周期价值。商品数据可帮助零售供应链各主体，从多维度出发判断商品的销售潜力，对各类商品的销售关系进行分析，以此实现数智化的品类开发规划及产品生产计划。品牌资产数据可以帮助品牌商衡量自身品牌的溢价能力及品牌的转化能力，通过对自身能力的梳理，为后续市场拓展提供指引。三类数据为零售行业带来更大的应用价值，通过人工智能技术对消费者数据、商品数据及品牌资产数据的模拟实验，可以让零售行业在虚拟环境下探索消费者对新旧商品的需求变化、商品品类变化对品牌的影响以及品牌变化对消费者关系的影响，从而让零售行业各主体在现实世界中高效率地规划未来业务。

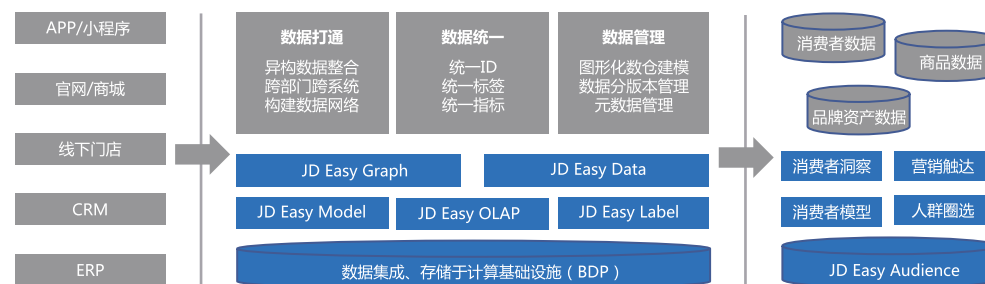


图 3.6 大数据在零售中的应用

4.2 物联网：丰富数据维度实现业务运营创新

物联网技术贯穿数智化社会零售供应链的各个环节，RFID 技术的应用可以优化商品供应链的管理，实现商品从生产、流通到销售链条的全程可视化，以此提高各主体的商品运营能力。零售企业可以通过智能摄像头与人工智能技术的结合，来掌握消费者从进店、选购、购买、出店的全线下购物流程的数据信息，同时结合消费者其他维度数据获得全面具体的消费者画像。而 VR/AR 技术的应用打通了虚实体验的联结，在人、货、场多方面——与人结合的先试后买、与物结合的商品 3D 互动、与场结合的场景区购物，提升了消费者的购物体验。

4.3 人工智能：全链路应用实现零售服务的降本增效

人工智能技术围绕品牌商、零售平台、消费者等参与主体，在消费者线上线下购物全路径上构建数据打通、场景贯通、深度触达的服务体系：通过机器学习、计算机视觉、语音识别、自然语言处理等多类技术，赋能线上及线下零售平台；以数智化手段进行用户的营销与运营，进行用户生命周期管理，如，通过让机器在“导购”、“客服”、“售后”等身份间的自如切换，让消费者的购物体验得到无缝转换；通过机器对商品销售数据及评论的分析预测未来销量趋势；通过对商品库存的自动管理降低人工成本，从多个方面实现零售服务的降本增效。

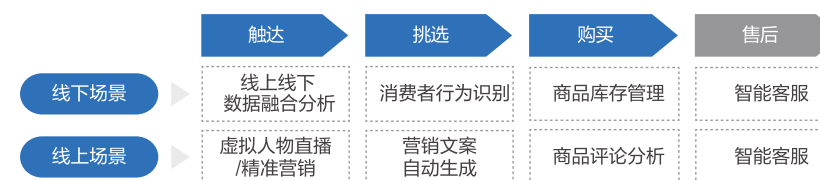


图 3.7 人工智能赋能零售全链路

05

京东智能零售

5.1 “两向三化”智能零售供应链

京东作为国内主要的自营电商之一，在零售的全供应链上有着大量的行业积累，在数据的丰富性和算法的有效性方面具备优势。京东零售目前管理着超过 500 万个自营 SKU，但能够将库存周转天数降至 34 天，供应链管理能力和已经达到了世界级水平；在 2020 年京东 11.11 期间，京东零售以智能供应链能力帮助 3.3 万个品牌、超过 500 万种商品进行智能预测、自动调拨和智能履约，有 13532 个重点品牌的销售增速超 300%，在 2020 年的诸多不确定因素的影响下，京东零售前三季度在收入、用户等核心指标上能够取得高质量的增长，数智化社会供应链在其中发挥了重要的作用。因此，京东不仅是商品零售供应链的一环，同时也以向上下游的主体提供服务为目标。为此，京东提出了“两向三化”的智能供应链升级解决方案，其中两向指正向全渠道供应链与反向 C2M 供应链，三化则指供应链决策智能化、供应链能力中台化、供应链协同生态化。

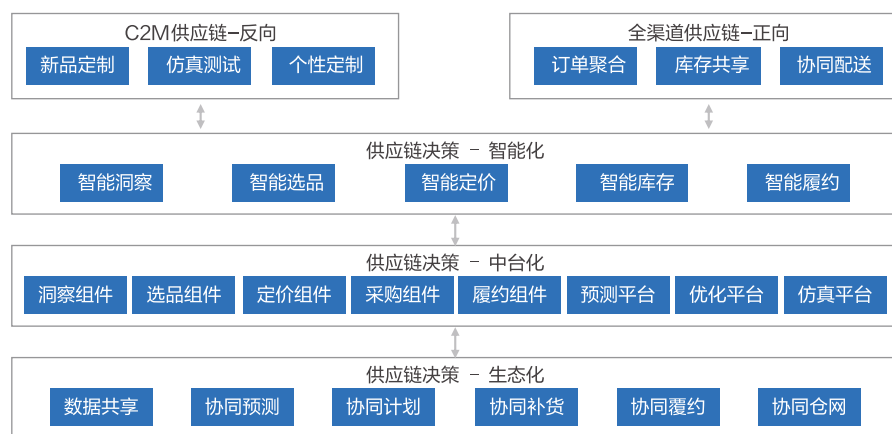


图 3.8 京东“两向三化”智能零售供应链

5.2 全渠道零售渠道，高效履约

京东结合人工智能等技术打造智能履约决策大脑，统筹京东与社会化渠道的商品流、信息流。全渠道供应链借助智能履约决策大脑，打通门店库存，连接合作伙伴的配送，升级全渠道触达能力，在多端、多场景间形成协同效应。该系统具备日均处理 5000 万单、日峰值处理 2 亿单的能力，并已经开放给第三方。在用户下单那一刻，“智能履约决策大脑”能通过 AI 算法在后台对海量实时数据的运算，计算出配送速度最快、成本最少、体验最好的方案，让消费者享受到最优的购物体验。2019 年 6 月开始，京东开展的“物竞天择”项目在执行后一个月履约范围就覆盖了 60 多个城市，合作渠道超过 300 家零售商、2.4 万家门店，实现最快 15 分钟送货上门。

5.3 C2M 助力厂商新品设计

京东及其 C2M 模式可以为厂家提供全供应链的数据支持，连接人、货、场，实现消费者和货品的精准匹配。在厂商设计产品时，为其提供用户对于商品要素喜好数据的同时，根据最终商品的材质、形状、包装等因素，对商品在流通环节的成本进行估算，从而为厂商提供兼顾市场效果和经济效益的最优解。与传统产品开发方式相比，京东 C2M 反向供应将产品需求调研时间减少了 75%，新品上市周期缩短了 67%。

2019 年京东双十一全球购物节期间，根据京东 C2M 反向定制的阅读手机与游戏手机销量同比增长 300%。而 PC 品类中，反向定制产品成交额同比增长 491%。未来 3 年，京东还将计划发布 1 亿种新品及 C2M 产品。

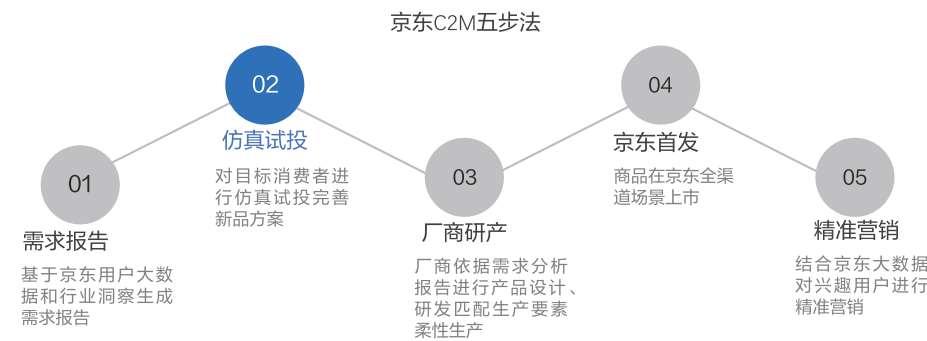


图 3.9 京东 C2M 五步法

5.4 京东技术平台 京东北极星商业操作系统

京东北极星商业操作系统，将京东零售积淀多年的全链路技术及成熟方法论，首次体系化对外输出，打造业务中台、用户中台、数据中台和技术中台的通用化能力，构建赋能商业板块、营销板块、数据板块的综合商业操作系统，为 G 端和 B 端客户更好降本增效、更好复用京东通用能力、更好与京东共建共生。

通过京东北极星能获得三个显著优势，一是帮助业务快速上线，创造可量化的价值，真正将数智化成果可视化；二是系统韧性，通过可靠且高适配性的技术基座，让企业灵活应对快速变化的市场需求；三是能力通用化，让企业最大程度缩短业务模式创新的时间、增加商业模式创新的空间。

借助京东北极星所沉淀的技术、业务、数据、用户四大中台的能力通用化，可快速适配 B2C、B2B、B2B2C 不同业务模式，赋能商超、百货、专卖店、专业市场等产业形态，赋能线上、线下、全渠道、营销、供应链、物流等关键商业活动，支持品牌、供应、反向定制、柔性生产等业务标准化，构建以用户为中心的零售生态圈。同时，京东开放头部互联网流量合作优势，开放全渠道的线下媒体资源和生态伙伴资源，运用大数据和人工智能算法构建客户私有 DSP（广告位需求方平台），提高流量购买效率，帮助客户引好流、运营好用户资产、提升运营能力。

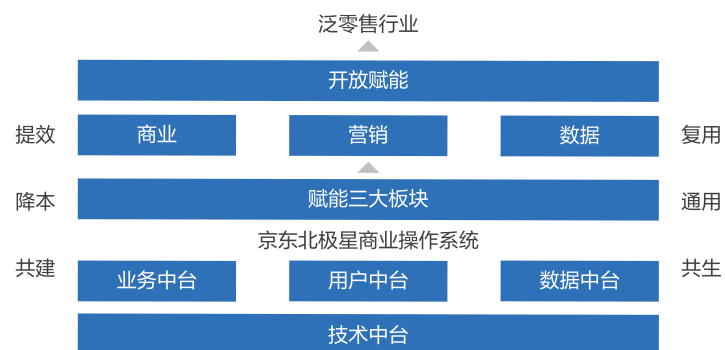


图 3.10 京东北极星商业操作系统

06

未来展望

6.1 需求侧：深度洞察消费者实现精准理解预测，无处不在的购物场景提供购物实时响应

在购物体验上，智能零售将让每一位消费者在线上线下接收到基于个人需求而做出的定制化服务。通过人工智能技术的利用，零售平台及品牌商能够深入了解每一位消费者，根据消费者不同时间、地点、场景的需求，及时推荐相关信息。线下门店的娱乐属性增强，承载更多宣传及仓储属性，消费者可获得更多的体验式服务；消费者在各类生活场景下均可以随时体验购物乐趣；物流仓网的优化也让消费者可以快速收取订购的商品，提升了消费者的友好体验。在购物品类上，C 端/B 端/G 端客户可根据自身要求，对标准化商品及非标准化商品进行定制，C 端用户得以满足自我实现需求，B 端及 G 端客户可以完整匹配自身标准从而快速地开展后续业务，进而加快了社会运营效率。

6.2 供给侧：数据标准得到统一，多方融合实现业务降本增效及行业规模的数智化增长

由零售行业内共同推进实现的数据统一标准化及数据开放共享，为供应链上下游各主体带来“人-货-场”多方面的信息，同时人工智能技术的成熟结合全面开放的数据，可以做到对未来商品销售的准确预测，根据预测结果做出相应的生产、流通、服务规划，做到供需两方的完全匹配，减少了供应链各主体的业务运营成本，提升了运营效率。

数据的融合同样让品牌商及零售平台对自身及消费者有了深度的认知，基于大数据对消费者、宏观微观商品及资产数据进行解析，结合人工智能技术与营销方法论，可以实现零售行业规模的可持续数智化增长。



“
智能健康：数字驱动，重构健康医疗服务新模式
 ”

数智化医疗健康供应链，以向用户提供优质医疗服务为目标，从日常健康管理、到发觉不适后的咨询到复查构成了用户在医疗健康供应链中的全生命周期。医生作为主体，贯穿了整个医疗健康体系的生产、流通和服务环节；政府、药企、医疗机构等在供应链中各司其职，提供监管、药品研发和诊疗等服务。智能健康用数智化驱动健康产业升级，以供应链为核心，以医疗服务为抓手，提高医生服务效率，提升医疗服务可及性，最终实现数智化社会医疗健康供应链中供给与需求的精确匹配。



图 3.11 数智化社会医疗健康供应链概览

01

智能健康内涵

智能健康作为实现国家健康中国战略的重要手段，通过将互联网、人工智能、物联网等现代科技导入疾病防控、疾病诊疗、健康管理、药品供应等多个方面，提升了医院管理和诊疗服务的水平，改善了患者治疗的效果和效率。智能健康极大丰富了传统医疗单一的线下诊疗体系，达成医疗健康产业的数字化、网络化和智能化，推进现代医学的发展，最终建立数智化社会新型医疗健康体系。

智能健康产业与其他产业有着一系列不同之处。首先，医生在产业体系中的不可替代性，决定了智能化技术及主要应用于辅助诊断决策等方面，而不是取代医生的角色。其次，医学知识与经验为核心的生产要素，综合运用语言、观察、推理等手段判断人体外部特征及内部本质的联系，形成诊疗的流程，具有“多”、“杂”、“精”、“深”的特性，当前人工智能的技术水平尚不足以完全应对上述挑战。最后，医学健康的发展与人类生命、伦理道德息息相关，存在着医护人员、患者、医学知识和社会价值间的交叉和冲突，其复杂性和不确定性远超零售、金融等其他产业。

02

智能健康发展情况

2.1 智能健康发展历程

智能健康始于医疗信息化。我国最早的医疗信息化可追溯到1983年。通过逐步开展“金卫工程”和“军字一号工程”，促进了大型医疗机构在财务管理、收费系统中的信息化管理工作。1992年原卫生部提出指出三甲医院必须能用计算机进行信息处理的要求，大幅提升了我国医疗机构的信息化程度。

2003年“非典”的爆发，传染病和突发公共卫生事件受到了我国的高度关注，各级疾控中心等开始建立公共卫生信息平台，区域性机构逐步实现联网管理，原卫生部先后出台《国家卫生信息标准基础框架》、《医院信息基础数据集标准》等，加速了医疗机构信息化的进程。

2009年，我国出台了《关于深化医药卫生体制改革的意见》，将医药卫生系统信息系统的建设纳入体制改革的范围。2013年出台的《加快推进人口健康信息化建设的指导意见》指出人口健康信息化是国家信息化建设的重点领域和重要组成部分，是深化医药卫生体制改革的重要内容，由此我国人口健康信息化建设进入了“全面统筹、快速推进、重点突破”的新阶段。

2016年至今，随着大数据、移动互联网、物联网、高端医疗器械等的快速发展和民众健康意识的不断提高，依托共享、智能、精准等特点，医疗健康信息化正在向智能化不断演进，健康医疗大数据的创新应用不断提升我国民众的就诊体验，医学影像智能分析、智能穿戴设备、虚拟助手等前沿科技的应用不断扩展临床医学的边界，数智化逐渐成为了我国医疗健康体系建设不可逆转的趋势。



图 3.12 中国医疗健康事业发展历程

2.2 智能健康发展背景

随着我国经济的不断增长、人民生活健康水平的持续提升，以及人口老龄化的加剧，我国医疗健康方面的需求不断扩大。然而，我国医疗卫生机构数量为100.7万，每万人口卫生技术人员数量为73人，处于较紧缺状态。同时，城乡医疗资源分配不均，导致了医疗健康领域在供需两端失衡。因此，为了在有限的资源下解决医疗领域的结构化矛盾，发展具有数字化、网络化、智能化特征的医疗健康体系迫在眉睫。

目前，人工智能、物联网、大数据对医疗健康领域的不断渗透促使出现了新型医疗健康模式和产业，如互联网+医药零售、互联网医院、人工智能辅助诊断等。医药研发和高端医疗器械的生产也在尖端科技的赋能下不断变革，对于我国医疗健康事业的发展起到了至关重要的作用，同时给予了患者和医生更多的选择。

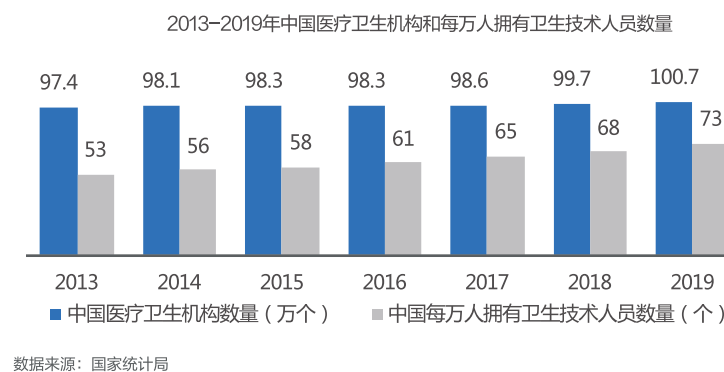


图 3.13 2013-2019年中国医疗卫生机构和每万人拥有卫生技术人员数量

2.3 智能健康发展趋势

▶ 数据价值凸显：

数据在精准医疗，健康信息平台建设和医院管理等方面有着极其重要的价值。在精准医疗方面，通过基因组学、蛋白质组学等技术，可以获得生物信息大数据并建立其与特定疾病类型的关联关系，从而定位疾病原因和治疗靶点，实现对于患者的个性化精准治疗。在健康信息平台建设方面，综合人口健康信息、电子档案和电子病历等数据，可实现大尺度全生命周期医疗数据分析，为公共卫生管理、传染病防控、以及相关部门制定医疗卫生政策提供决策依据。在医院管理方面，医院业务数据有助于帮助管理者了解医院的运行情况，提升医院的运营管理水平。同时大数据将带来药品管理、人员管理等诸多方面水平的提升，提升医院内部的运行效率和患者的就诊体验。目前我国医疗大数据的采集和分析还存在一定问题，但未来大数据的价值将体现在医疗健康领域的方方面面。

▶ AI 辅助诊疗：

人工智能技术与医学的结合是近几年最令人兴奋的技术领域之一，特别是在与医学影像的结合上。人工智能已在一些医学细分领域应用上取得了令人振奋的进展，包括眼科、皮肤科、内镜和病理学的影像诊断等。在上述学科中，人工智能算法可以表现出专家水平的诊断能力，融入医生工作流程后，有助于提高诊断的准确性。同时，人工智能算法通过大数据建模学习，在多模态类人诊断，以及涵盖患者用药指导、生存期预测等的治疗方面也展现了令人鼓舞的进展。由于医学疾病种类繁多，数据模式多样化，当前开展的 AI 辅助诊疗工作仅仅是一小部分。可以预见，AI 辅助诊疗还有很大的发展空间。未来也将较快地融入当前医学诊疗流程，在改善病人护理，辅助医生诊疗方面发挥巨大作用。

▶ 高端医疗设备研发：

物联网、人工智能等技术与医疗设备的融合是高端医疗设备研发的趋势之一。将芯片及智能软件嵌入到医疗硬件当中，可以打造智能诊断设备、手术机器人、医疗机器人、便携式健康设备等。例如，医疗机器人可以在特定场景上替代或辅助医生工作，减轻医生的工作负担。携带便携式设备可以跟踪并获取患者数据，分析其健康状况，给出针对性建议。随着高端医疗设备研发的不断深入，未来智能医疗设备的使用将从目前单向单一的辅助诊断，发展为双向多维度全方位的医疗健康助手。

▶ 脑机接口：

随着脑科学、材料科学、计算机科学的迅猛发展和协同进化，脑机接口技术已初现曙光。脑机接口系统建立了一个允许大脑和外界直接沟通的渠道，可以不通过语言实现人机交互，将在很多方面对现有的医疗问题造成颠覆式的改变。比如大脑发出的信息可直接转换成能够驱动外部设备的命令，让瘫痪病人可以通过机

械臂喝水吃饭；利用脑机技术可以提升人的精神状态，改善专注力，治疗精神类疾病。未来可以期待脑机接口将大大加速人机之间甚至人人之间的信息传输效率，其应用不仅局限于医疗领域，更多的应用场景将随着技术的进步被发掘和实现。

▶ 数字化医疗：

近年来线上化的远程医疗已进入千家万户，新冠疫情的突发也正在加速了远程医疗的发展。数字化医疗不仅是医疗行为的线上化，其融合了人工智能、虚拟现实、数字孪生、5G 等科技，实现医疗行为从物理世界到虚拟世界的镜像，完成物理世界到虚拟世界再到物理世界的精准映射。数字化医疗通过先进的技术手段帮助医生进行临床决策、对患者进行康复训练、虚拟护理、远程手术等。同时，数字化医疗也可以用于非临床场景，如手术模拟，通过事先对数字虚拟病人的手术模拟，判断真实患者的手术结果，提高手术成功率。这意味着数字化医疗可以通过几乎真实的场景实现治疗过程的预演或重复，降低医疗行为的风险，提升医疗水平。

2.4 智能健康发展挑战

▶ 数据孤岛与数据隐私：

医疗大数据的汇聚，有助于降低医疗机构运行成本、提升诊疗水平，提升医疗业务质量等。然而，医疗大数据的汇聚目前困难较大，有很多现实挑战有待解决。在医院内部，各类医疗数据分散，部分医疗设备无法联网，数据零散且标准不统一，导致数据难以打通，数据价值无法充分体现。在医院之间，数据互联互通更是受到限制。因为价值分配、数据隐私和实际操作困难等因素，医疗机构间并没有强烈的对外分享数据的意愿，导致大量高价值的医疗数据沉淀在各个医疗机构，成为“数据孤岛”，难以赋能智能医疗行业。同时，数据隐私问题也给智能医疗带来了巨大的挑战。患者就医数据的所有权及使用权归属是现行法律法规的模糊地带。分享和使用方式稍有不慎，即可能侵犯患者隐私。隐私泄露是不可逆转的过程，一旦病患数据在不同主体间流动便无法保证其匿名性和准确性，患者也无法自主的切断数据的传输路径并修正其病历信息。如何在保障患者隐私安全的情况下，实现医疗大数据对智能医疗健康产业的赋能是重要的发展挑战之一。

▶ 智能设备研发与临床需求匹配度不高：

由于医疗设备的研发在企业中进行，研发人员对医学知识和医务人员的诊疗过程的认知不够深入，易导致产品功能和医生实际临床需求匹配度不够的情况。医务人员在诊疗时需要一体化的产品配置，如医疗器械、检测平台、信息平台 and 药品的统一调配，然而目前多数智能化医疗器械或平台仅能解决单点问题，难以覆盖整个医疗全流程，导致新型设备难以无缝融入现有医疗业务，在实际中发挥最大优势。同时，多数基于人工

智能的辅助诊疗产品都运用了人工智能深度学习算法，其输出结果不具备较好的可解释性，而医疗决策需要高度透明，医生需要理解机器得出结论的理由，确定其可靠程度。这种矛盾导致难以确定其产品的使用边界，使得医生与患者在使用智能化产品时存在诸多疑虑。研发高度契合临床需求和医疗业务，好用爱用的智能医疗产品或服务，还有不少挑战有待解决。

► 商业模式有待完善：

医疗健康属于强监管行业。智能医疗是医疗健康行业的新兴事物。在我国，根据国家相关监督管理办法，NMPA 认证是 AI 医疗产品合法上市销售的必经阶段，目前 NMPA 医疗器械三类证书具有严苛的遴选和审批门槛，直到 2020 年国家才审批通过数家头部企业的相关产品。美国和欧洲等地具体政策虽然各不相同，但审批原则和趋势上具有一致性。获得不了三类证书即不具备形成商业收入的前提条件，上述因素导致智能医疗成为投入大，风险高的行业，企业商业模式难以形成闭环，商业变现能力不容乐观。客观上制约了智能医疗产业的发展壮大。

► 全流程健康管理薄弱：

当前医疗流程中，医生与患者之间的关系仅在治疗或住院期间较为紧密，而在患者出院之后，医院在随访和病人状况监测健康管理方面则并没有有效的方案，医生除了从患者复诊时有所了解，难以知晓患者的具体情况。同时由于部分患者出院后的自我健康管理意识不强、专业康养知识不足，导致用药后并未减轻病情或效果并不明显，治疗评价存在偏差。目前医院在对于患者治疗全流程健康管理方法存在较大的薄弱点，客观上会对患者的治疗康复造成影响。如何利用新型技术补齐这一薄弱环节也是智慧医疗的重要挑战。

03

数智化社会健康供应链与 5D

智慧健康在国计民生中占有重要的地位，其包含了医疗、药品、保险、健康管理、医美和食补六大环节，为患者和消费者提供完善的医疗健康服务，保证各个环节方案的科学性和安全性。通过建立医药产品库、医疗器械库、患者病历库和医生信息库来保证各环节信息的存储和流转，为医疗健康管理提供坚实的保障。同时 5G、物联网、大数据、人工智能、数字孪生等科技应用的不断渗透也体现了数智化社会医疗健康供应链的 5D 属性，更好的服务于政府到个人之间的各个参与方。

► Deep Tech:

各类技术作为数智化社会医疗健康的 Deep Infrastructure 给基因检测、个性化药物、抗衰老药物研发打造了技术基础，推动智能健康产业的发展。

► Deep Connectivity:

5G 与物联网的应用将数据采集、感知和数据实时流通的方面实现智能健康的 Deep Connectivity。

► Deep Data:

大数据的应用可以将采集到的海量医患数据进行精准治疗，在诊疗阶段给与医生数据支撑，并实现患者的实时自我体征监控，体现出 Deep Data 在智能健康供应链中的 Deep Data。

► Deep Intelligence:

通过 Deep Connectivity, Deep Data 和 Deep Tech 的结合, 改造智能化的医疗系统、公共卫生系统和家庭健康系统等, 保证治疗健康体系的可用性、便捷性, 实现智能健康体系的 Deep Intelligence。

► Deep Purposes:

以上 4D 的结合使智能健康产业可以根据采集分析和引用大量的病患数据支撑医疗方案的精准性和有效性, 同时医院、医生、患者多方面受益, 提升医疗资源的合理分配, 达到数智化医疗健康的 Deep Purposes。

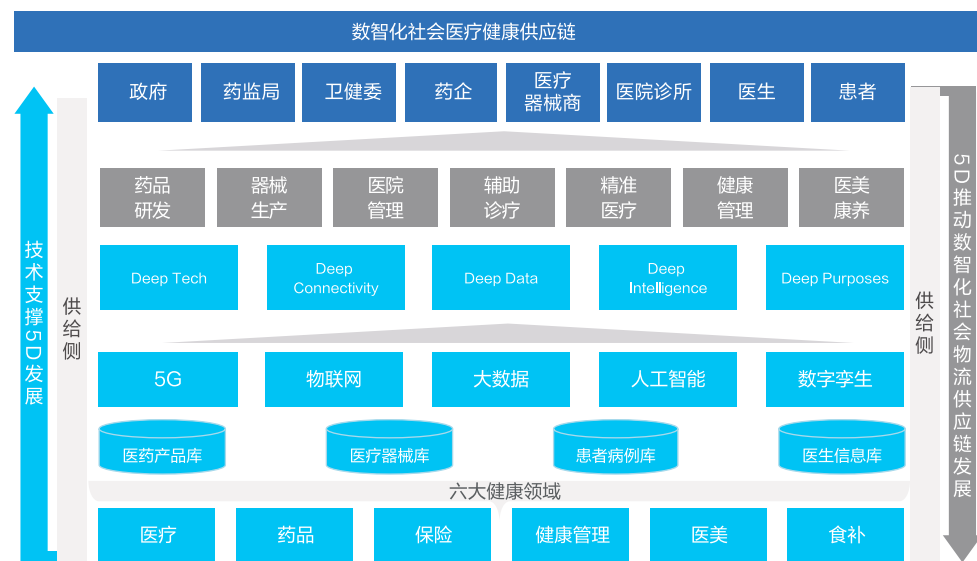


图 3.14 数智化社会医疗健康供应链、技术与 5D 之间的关系

04

智能健康关键技术应用

4.1 人工智能：打造人机融合的新型医疗服务

人工智能的发展不断提升医生对于疾病治疗的手段。一方面, 在医院工作站中融合多种 AI 算法、设备与平台可提升医生的工作效率, 如 AI 自动识别医学影像, 具有速度快、精准度高的特点, 可辅助医生提高诊断决策的精准性。另一方面, 通过加强对医学知识和经验的整理, 如构建全面的医疗知识图谱, 软件将拥有强大的医学语义理解能力, 可以用在智能问诊、智能问药等环节, 使轻微病症患者无需到医院挂号即可获得精准的治疗方案。同时, 医疗机器人的作用也不断展现, 包括微创手术、药品运送、康复机器人等方面, 医疗机器人的出现使医生逐渐从执行者向决策者、监督者的角色转变。技术的不断发展将催生新型医疗业务或服务模式, 让医生有更多的精力投入到高价值的工作当中。

4.2 大数据：助力高效精准的医疗决策

大数据在医疗健康中的应用体现在诸多方面, 例如临床决策、精准医疗、公共卫生、个人健康检测、电子病历等。在临床决策方面, 通过大数据的采集与分析, 寻找各类信息与患者目前生命体征之间的联系, 更好的做出临床诊疗决策, 帮助医生通过数字化的手段改进目前的临床决策系统, 降低出现失误的概率。在精准医疗方面, 通过蛋白质组学、基因序列检测等技术, 对于特定疾病人群进行生物标记物的分析验证, 进而精准地找到疫病毒因和治疗靶点, 再进行同类疾病的精准亚分类, 实现对于患者的个性化精准治疗。通过大数据的分析挖掘, 也可以形成对于重大疾病的精准防控和提前预防。

药物研发也将随着大数据和人工智能的发展结合产生巨变。传统药物研发过程有如大海捞针，耗时耗力且成功率不到 1/10，从项目启动到新药上市平均需要花费 10-15 年的时间，并耗费天价的研发成本。基于大数据和 AI 技术，可以加速药物靶点的发掘、分子筛选、药物设计等程序，显著提高药物有效性和安全性预测的准确率，大幅压缩药物研发时间和成本。

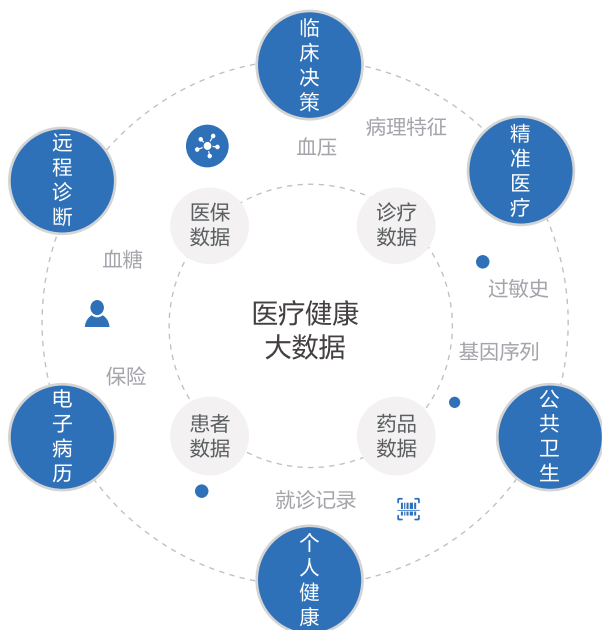


图 3.15 医疗健康大数据

4.3 物联网：驱动数据流通的巨量引擎

物联网技术运用 RFID、WiFi、NB-IoT 等通信技术打通人、物、服务之间的连接，使患者在院内、院外的数据相互打通，实时的监测患者动态和病理特征，同时对接相应的医疗卫生资源，为患者提供一体化的医疗健康服务。在患者端，手环、血压计、血糖仪等可以对患者或准患者进行生命体征监测，采集精准数据，有助于患者在医院外实时了解自己的身体状况，进行自我健康监测，数据可传输至医院，帮助医生定期出具专业监测报告。在医院端，移动检测器、疼痛管理设备、智能输液仪等可令医生、护士实时掌握患者生命体征，出现突发异常时可及时采取措施，减轻医护人员的巡查压力，提升监测效率。同时，不同医疗机构间可通过物联网设备打通患者数据，加密后上传至医疗大数据云平台，使患者的检测结果及诊断病历互联互通，免除患者就医时的重复检查，提升就医体验。



图 3.16 联网化就诊

4.4 区块链：加强健康数据的安全共享

在患者数据经过物联网设备打通形成数据池后，区块链技术便可以应用在患者数据的安全隐私保护上。患者的就诊信息将储存在医院的数据库中，生成相应索引链接后加密上链，仅持有密钥的患者本人或授权者有权查看其就诊信息。同时，可针对不同敏感度的信息进行分级加密，生成不同密钥，以方便部分敏感度较弱的信息实现高效共享，更好的体现大数据时代医疗信息的共享价值。

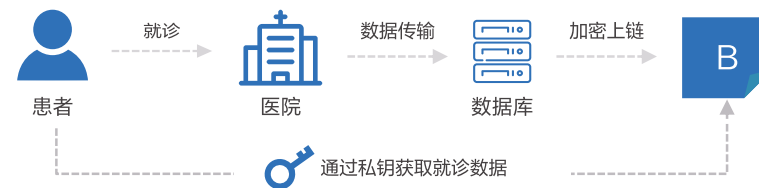


图 3.17 区块链与数据安全

05

京东智能健康

5.1 京东健康业务

基于“以供应链为核心、医疗服务为抓手、数字驱动的用户全生命周期全场景的健康管理平台”的战略定位，京东健康目前已经实现全面、完整的“互联网+医疗健康”布局，产品及服务可覆盖医疗健康实物全产业链、医疗全流程、健康全场景、用户全生命周期。

京东健康的业务范围涉及了医药供应链、互联网医疗、健康管理、智慧医疗等，同时还与产业链上中下游各环节的企业进行合作，以打造更加完整的大健康生态体系。

在医药供应链版块，京东健康现拥有药品、医疗器械、以及泛健康类商品的零售及批发业务，覆盖线上线下全渠道；互联网医疗版块主要围绕患者需求，开展在线挂号、在线问诊等医疗服务，并结合京东独特医药供应链优势，在业界首创了线上“医+药”闭环；健康管理版块为用户提供家庭医生服务，以及包括体检、医美、齿科、基因检测、疫苗预约等在内的消费医疗服务等；“智慧医疗”版块则主要服务于医院和政府部门等各合作方，向其提供基于互联网+技术的信息化、智慧化解决方案，促进医疗健康信息实现互通共享。

健康管理是京东健康业务的特色之一，且拥有的天然的优势。京东利用互联网作为入口，利用自有的电商平台和完整的数智化供应链体系，打通线上、线下的健康管理业务，为广大用户提供慢病管理、企业健康管理、智能硬件和其他医疗服务。2020年10月29日，京东健康CEO辛利军在2020京东健康合作伙伴大会上，为社会展示了品牌和战略全新升级后的京东健康，坚持以“成为国民首席健康管家”为使命，以“成为最值得信赖的健康管理企业”为愿景，打造线上线下一体化医疗服务，让健康管理成为每一个人的生活日常。目前，京东依托核心业务及领先技术，正在实现从医疗为中心到健康管理为中心的升级。京东健康还升级了企业战略，明确了“以供应链为核心、医疗服务为抓手、数字驱动的用户全生命周期全场景的健康管理平台”全新战略定位。



图 3.18 京东健康业务模块

5.2 京东家医

2020年8月，京东健康推出战略级家庭医生服务产品——“京东家医”。基于京东健康最值得信赖的专业医疗健康平台，“京东家医”为用户及家庭提供提供，7×24小时健康咨询，不限次专科问诊、处方服务，顶级专家面诊服务，超过2700家医院门诊预约、48小时线上名医会诊、主动随访服务、健康信息收集建档、健康计划制定等一系列超值、暖心、实用的家庭医生服务。“京东家医”是京东健康强大的医疗服务能力的集中体现。

与此同时，京东健康联合京东科技打造的智能音箱产品“家医守护星”与“京东家医”实现了深度打通，基于语音操作、视频问诊、电话问诊等核心功能，可直接视频呼叫全科医生以“面对面”的方式在线问诊或预约线下面诊。并且，“家医守护星”还可与智能手表等健康设备绑定，及时推送用药提醒，将监测数据汇总保存形成长期的健康档案，提供实时分析报告，并以周报、月报形式定期反馈给用户，真正做到家庭健康管理的“软硬件打通”。

为响应“健康中国行动”的号召，京东健康正在持续努力，并将进一步利用人工智能、大数据、供应链等核心能力，为用户提供高质量的医药健康产品和科学专业的医疗健康服务，为合作伙伴提供更大的市场与发展机会。京东健康以国民健康为根本，充分整合企业资源，发挥优势能力，以用户和患者为中心，不断助



图 3.19 京东家医

力推动医疗健康事业的创新发展，提供更加易得、便捷、优质和可负担的医疗健康产品与服务，帮助人们享受更有品质的健康美好生活，致力于成为“国民首席健康管家”。

5.3 京东互联网医院

“京东互联网医院”是国内首批取得互联网医院牌照的平台型互联网医院之一，截至 2020 年 12 月 31 日，平台入驻超过 11 万名医生；同时，京东健康持续探索专病专科疾病的互联网医疗健康服务模式创新，发力专科领域的预防、治疗、康复一体化发展，目前已开设包括心脏中心、耳鼻喉中心、中医院、呼吸中心等在内的 18 大专科中心，并入驻近百位权威专家和顶级名医，如韩德民院士、胡大一教授、高思华教授、林江涛教授等。

京东健康互联网医疗服务的背后支撑就是互医大脑，通过技术与算法来持续提升运营效率与医患体验。其中，用户在使用在线问诊服务时，涉及分诊、派单、转诊、开方、审方等多个环节，为保证用户的服务质量，通过系统的订单分发流转策略，有效降低各环节的用户等待时长，并不断提升医患配对的精准度和效率。同时，京东健康 AI 辅助诊疗平台，是基于京东互联网医院专业医生团队与海量诊疗数据，通过构建医疗 AI 模型，提供智能导诊、智能辅助问诊、健康管理等服务，赋能线上线下，有效连接用户与医疗资源，提高医生效率、降低运营成本、保证服务质量。

疫情的防控需求加剧了医疗行业信息化、数字化的变革进程。作为领先的在线问诊平台，京东健康积极响应国家“充分发挥互联网医疗服务优势，大力开展互联网诊疗服务”的号召，充分发挥了自身在社会供应链中的优势。京东在线问诊平台和互联网医院打通后，可实现双向赋能，提供统一的、全场景的医疗健康解决方案，同时将在线平台的运营能力、产品体系开放至线下医院，给人民的健康提供巨大的保障。比如新冠疫情期间，天津市南开医院与京东健康联合搭建的“南开京东互联网医院”上线，双方携手构建覆盖诊前、诊中、诊后的线上线下一体化的医疗服务模式，为天津及全国用户提供包括在线复诊、健康咨询、随访管理等服务。天津医保用户问诊、购药还可享受医保在线支付。南开京东互联网医院与京东健康在线问诊平台深度融合，用户在两个“端”均可实现线上线下一体化的就医体验，极大程度上提升了患者的就诊体验。

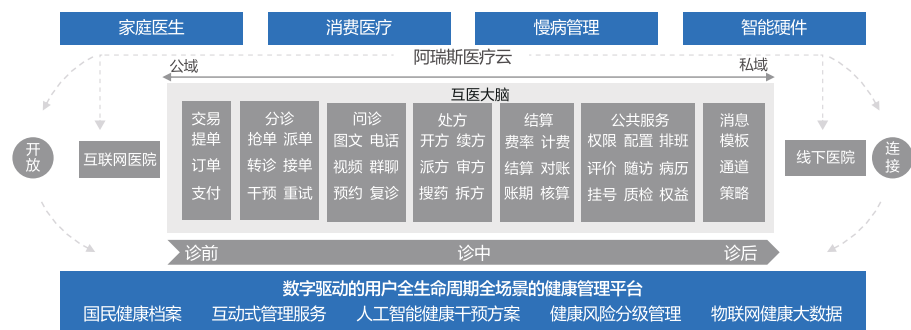


图 3.20 京东互联网医疗

06

未来展望

在历史的长河中，医学的发展在不断地改变人类对于疾病的认知和应对，而智能医疗的出现也将再一次载入史册。尤其是正在经历新冠疫情的今天，人类逐渐意识到不稳定性是人类自身与自然共处的长期特性，传染性疫病也不断的在与人密切接触的生物身上传染给人类。而通过尖端科技对于疾病的管控和有效预测可以最大程度上的降低不稳定性，阻隔传染性疾病与人类之间的窗口。例如大数据、人工智能、基因检测和现代临床科技的发展可以对药品研发、医疗器械生产和诊疗手段等产生革命性的推进作用。

未来，虚拟的私人医生或许会出现在任何地点，以交谈的方式询问病情并给出精准的治疗方案；智能化的医学影像系统可以帮助患者在检查后的片刻间获取病情；3D 生物打印技术可以帮助医生打印金属植入物，甚至人体器官；智能手术机器人可以通过激光或其他物理手段以微创的方式精准实施复杂手术；具有认知智能的系统将能理解人类的情绪，缓解人类的心理疾病。

最终，智能健康产业的发展路径将回到人类生命的本质，借助科技的力量探索人类的生命体征与生物特性，让人类更好地了解健康、疾病与自然之间的关系。最终，对于人类生命本质的探索将在智能健康行业落地，从人类疾病的治疗和防控切入，以数智化的形态完成社会医疗健康供应链的建设，达成社会医疗健康资源的合理配置，并将对目前人口的生存水平和健康状况有着前所未有的影响。



“
智能物流：自感知、自决策成就社会资源匹配最优解
”

互联网和电子商务推动我国物流行业进入第三阶段，产生了大量的技术创新和行业应用。自动化作业、自动化仓库、条码及自动化识别等技术开始进入大规模应用阶段，物流行业的数字化和自动化特征逐渐明晰。

目前我国物流业在 5G、物联网、人工智能、运筹学等技术的助推下进入了第四发展阶段，最后一公里配送、自动驾驶车辆、物流无人机、云仓等运营模式的创新引领着物流行业的转型升级。同时，企业对自身社会责任和内涵式发展的要求也在逐步提升，为数智化社会供应链的发展提供了重要的保障。



图 3.21 中国物流技术发展历程

1.2 智能物流发展现状

我国社会物流总额保持增长态势，中国物流与采购联合会的数据显示，2019 年我国社会物流总额达到 298 万亿元，同期我国物流费用占 GDP 的比重为 14.7%，整体来说物流行业运行效率有所提升。但目前我国物流费用占 GDP 的比重仍然远高于欧美国家 10% 的水平，物流效率仍有较大的提升空间。传统物流业一直存在着“多、小、散、乱”等问题，随着我国社会物流总额的不断增长，物流业也将面临巨大压力。而智能物流作为物流业的全新生态，可以帮助企业降本增效，为社会供应链打造数字化、智能化的基础设施。

01

智能物流发展背景

1.1 智能物流技术发展历程

我国物流行业经历了四个发展阶段。建国初期我国处于计划经济体制阶段，物资较为匮乏，使用货车、火车、人工搬运等传统手段完成物流配送。

随着科技的发展，国内相关学者开始研究适合我国国情的物流体系和相关技术，仓储、分拣环节引入了大量重型机械如电叉车、传送带来提高工作效率，物流管理系统也开始探索与电子信息技术相结合方式。

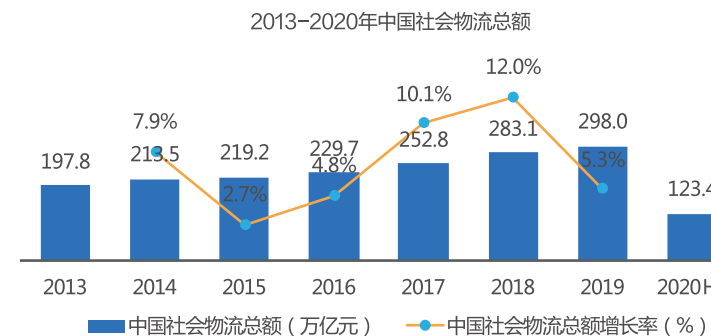


图 3.22 2013-2020 年中国物流总额

1.3 智能物流发展挑战

► 物流成本较高

我国物流业现处于规模快速扩张的阶段，运营成本不断攀升，物流成本偏高。物流的主要环节仍延续了传统的人工模式，物流产业结构尚不完备，物流资源管理成本较高。自主配送设备还未投入大规模应用，其主要原因在于智能配送设备需要定期接受维护、修理，生产成本与盈利难以维持平衡。

► 物流效率较低

自动化阶段我国提升物流效率的方式是加大在车队、人力、仓储方面的投资力度。由于边界效应的存在，效率提升效果并不理想，目前我国物流网络化、集约化、资源共享的程度仍然较低。

► 数字化水平参差不齐

我国物流相关企业数量众多，部分企业的物流链条数字化程度不高，难以发挥大数据、人工智能等尖端技术的优势，无法建立数字化、智能化的物流体系。同时物流 AR/VR、区块链等新技术的融合创新应用程度不高，企业对于尖端科技应用的接受度亟待提升。

► 相关体制不健全

智能物流业务不仅涉及传统物流领域，还需与交管、发改等多部门协作。智能物流仍处于物流体系变革的起步阶段，某些部门之间政策存在交叉或矛盾，智能配送新兴技术的应用态度难以统一，给智能物流新业务的落地带来了不小的阻碍。

1.4 智能物流驱动因素

► 政策引导高质量发展

自 2014 年来，我国不断出台利好智能物流行业的相关政策，包括《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划》、《关于推进电子商务与快递物流协同发展的意见》、《关于推动物流高质量发展促进形成强大国内市场的意见》、《关于进一步降低物流成本实施意见的通知》等。政策为支撑物流行业规模化发展、技术落地应用、转型升级、供应链建设等方面指出了建设性发展方向，为我国智能物流的发展奠定了坚实的基础。

► 内需增长相对稳定

国家统计局数据显示，2013 至 2019 年我国社会消费品零售总额稳定增长，2019 年名义增长 8%。虽然 2020 年初受新冠疫情影响我国消费品零售总额有所下降，但随着国内疫情形势稳步向好，我国社会消费品零售总额预计呈现恢复性增长态势，将为智能物流行业的发展提供持续的内部增长动力。

► 技术成熟度不断提高

大数据、人工智能、物联网、5G、数字孪生等尖端技术发展迅猛，基本满足了智能物流数字化和智能化的要求，推动传统物流向智能物流变革的进程。

02

智能物流内涵

2.1 智能物流与降本增效

智能物流运用物联网、大数据、云计算 / 边缘计算、人工智能等技术优化物流决策过程。尖端科技实现决策优化是物流变革的核心，降本增效是永恒的旋律。智能物流获取、分析物流信息并做出决策，从商品源开始实时跟踪与管理，保证信息流快于商品流，体现了数智化经济运作的特点，即信息与物质快速、高效、流畅地运转，集自动化、数字化、网络化和智能化于一体，实现物流体系的降本增效，推动我国物流行业的转型升级。

2.2 社会资源的数智化合理配置

在数智化社会物流供应链中，流转物除了商品，还包括数据、信息、社会所需关键资源。其不仅仅承载着消费者与商家之间的交易，还运用大数据、人工智能、物联网等尖端科技的赋能，为数智化社会物流供应链提供合理的资源配置，是社会经济发展的基础设施，可规范社会履约行为。



图 3.23 数智化社会物流供应链概览

03

数智化社会物流供应链与 5D

智能物流将传统商品物流体系全面升级为面向全社会的数字化、智能化的物流生态网络，将流转的社会资源作为基础服务提供给个人、企业、组织和政府机构，是数智化社会供应链中流通环节的重要体现。

在数智化社会物流供应链中，中小件、大件、冷链、B2B、跨境和众包组成了六大物流网络，可由电商平台、货源中心、配送中心、呼叫中心和服务平台提供相应的物流服务。

数智化社会物流供应链中的 5D 属性，保证了数智化物流服务体系的数字化和智能化，使得数智化社会物流供应链可以更好地服务于个人、企业、组织与政府。

▶ Deep Tech:

依托 5G、物联网、人工智能、智能设备等技术，实现智能物流在路网规划、运输、仓储、配送、订单规划与管理领域的数智化物流供应链资源最优配置能力

▶ Deep Connectivity:

智能物流围绕社会中的履约行为实现社会资源的最优匹配和快速流通，运用 5G、物联网等网络通信手段聚合各类社会资源形成深度连接（Deep Connectivity）。

▶ Deep Data:

在社会中流转的数据、信息和商品经过数据采集、数据分析形成深度数据（Deep Data）。

► Deep Intelligence:

数智化社会物流供应链借助人工智能、自动驾驶技术与运筹学等研究成果，在更深层次上理解深度数据（Deep Data），打通数智化社会中的各个资源流通环节，进而实现深度智能（Deep Intelligence）

► Deep Purposes:

智能物流，通过深度物流数据，深度物流资源信息连接，深度智能，最终达成智能高效的社会资源流转体系，实现深度目的（Deep Purposes），构建完善的物流资源配置基础设施。

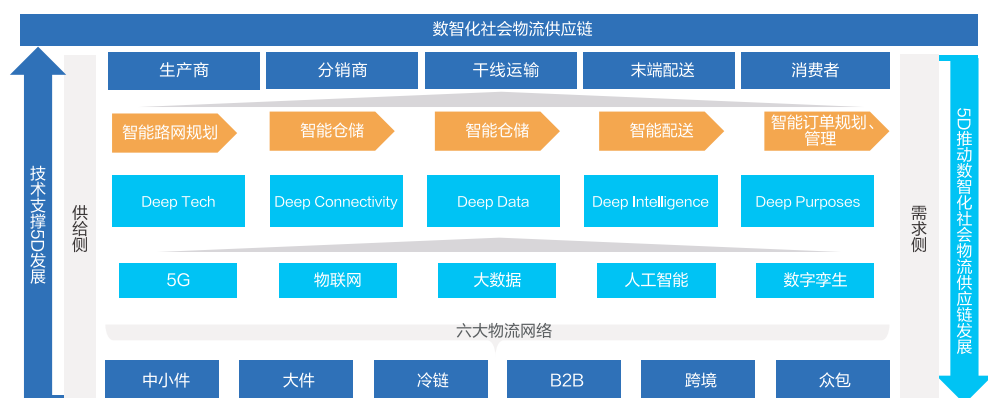


图 3.24 数智化社会物流供应链、技术与 5D 之间的关系

04

智能物流关键技术应用

4.1 人工智能：缓解物流业痼疾的良药

人工智能与物流业的融合进一步推动传统物流向“智能物流”发展，降低运营成本、提升经营效率。人工智能技术变革方兴未艾，“商业落地”已成为当前人工智能产业的一个鲜明的主题词，从落地难度及发展前景来看，业务流程清晰、应用场景独立、市场空间巨大的物流业无疑是人工智能落地的绝佳选择。

人工智能在物流行业的应用方向大致分为两种，一是以 AI 技术赋能的智能设备代替部分人工，如智能卡车 AMR、智能配送车、物流无人机、客服机器人等；二是利用计算机视觉、机器学习、运筹优化等技术或算法辅助管理、提高物流效率，如车队管理系统、仓储现场管理、设备调度系统、订单分配系统等软件系统。

4.2 5G-V2X：为智能物流运输提供能力保障

5G-V2X 是自动驾驶的基础技术，用于第一时间获取路面信息、做出决策与快速联动。5G 通信技术为自动驾驶的全方位信息采集提供丰富数据来源，单车智能为其智能决策提供算力支持，形成人-车-路-

云的互联，为用户提供车路协同的自动驾驶服务。5G-V2X 再造了智能物流的流通环节，基于其构建的智能系统支持 L4 级别自动驾驶，5G-V2X 支撑下的编队行驶也使远距离干线配送成为现实，智能物流的配送环节更具高效性与安全性。

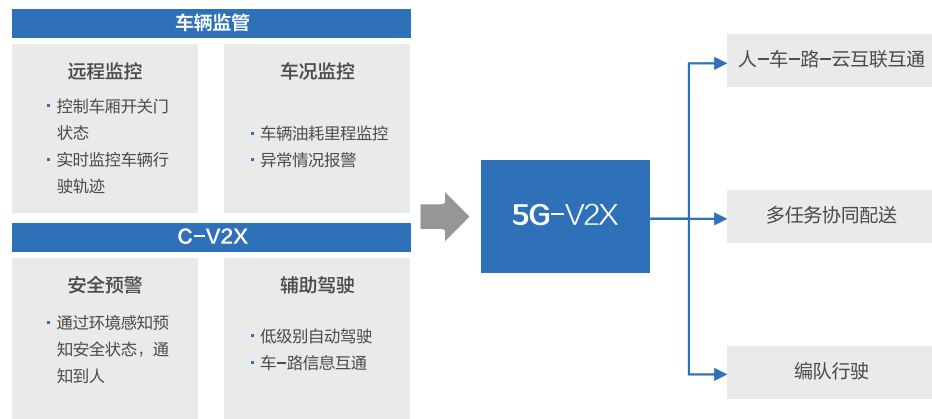


图 3.25 5G-V2X 保障运输能力

4.3 区块链：打造可信的物流供应链

由于物流体系中包含多个参与方、涉及多种领域，因此，在共建合作关系和生产流程的过程中需付出较高的成本建立信任机制，包含运营成本、审核成本、对账成本和管理成本等。区块链的不可篡改特性可解决多主体信任问题，整合物流、资金流、数据流，利用物联网和 5G 技术将信息快速地传输至区块，保障物流链条上数据的可信度；区块链中的分布式账本技术可有效解决信息分散的问题，完成实物和信息之间的投射，并保障信息的安全可靠。

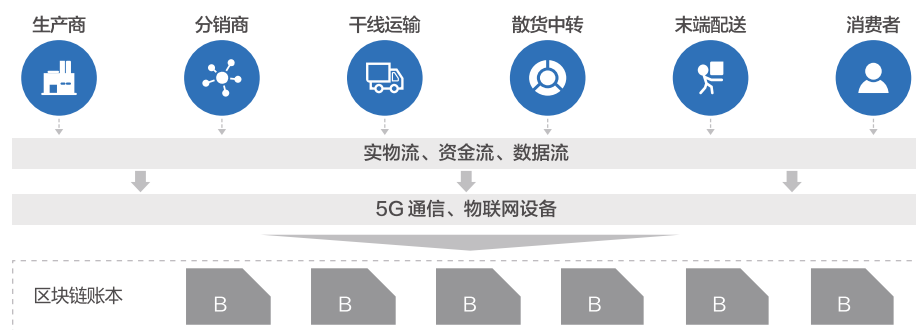


图 3.26 区块链与物流信息安全

4.4 数字孪生：助力实现物流供应链的降本增效

数字孪生供应链是供应链的数字孪生系统，将数字孪生渗透到供应链的各个环节，推动突破传统供应链的响应速度和成本瓶颈，有效打通上下游，实现供应链的协同合作，提升供应链的效率，加速供应链的响应。数字孪生的支撑技术分为三类：连接、计算和交互。5G、物联网赋能了连接；边缘计算、云计算、大数据、人工智能、区块链等仿真建模赋能数据分析和建模计算；机器人技术、扩展实现技术和通用开放协作接口支持灵活交互、高效协同和良好的互动体验，最终实现在网络规划、生产计划、数字仓储等环节上的降本增效。



图 3.27 区块链与物流信息安全

4.5 智能物流关键技术的价值

人工智能技术推动传统物流向智能物流发展，解决物流成本高和效率低下的问题，实现物流体系的 Deep Intelligence，从更大程度上实现降本增效。5G-V2X 加快了网络传输速度，促进了不同节点上信息的快速流转，可满足智能配送对网络的苛刻要求，提升资源流转的效率，体现了 5D 属性中的 Deep Connectivity 和 Deep Data。区块链为不同主体搭建信任平台，解决了数字化中信息安全的问题，构建底层的 Deep Tech，为智能物流建立坚固的信任桥梁。

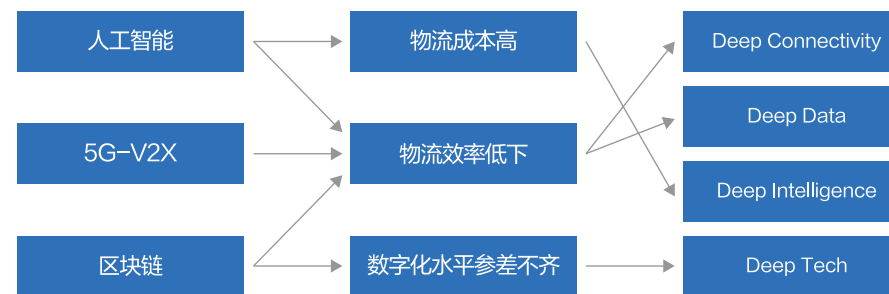


图 3.28 关键技术与 5D

05

京东智能物流

5.1 京东智能物流认知

京东认为，智能物流位于物流的全环节之中，包括园区、仓储、枢纽、运输、配送场景，基于 5G、物联网、人工智能、智能硬件等关键技术，保证物流各个环节具备自感知、自学习和自反应（决策）的能力，全面提升系统的预测、决策和智能执行的能力，实现降本增效，并最大限度地满足日益增长的客户需求。

同时，智能物流涵盖了智慧和使能的双层含义，即智慧化的物流规划管理和自动化的物流管控执行。借助物联网、5G、大数据、人工智能、运筹学、AR/VR、区块链、机器人等关键技术，实现物流资源的在线化、自动化、数字化和智能化，提高物流系统感知、思维、学习、预测决策和智能执行的能力，从而提升整个物流系统的自动化、数字化和智能化水平，降低社会物流成本，提高物流效率，推动中国物流行业的蓬勃发展。

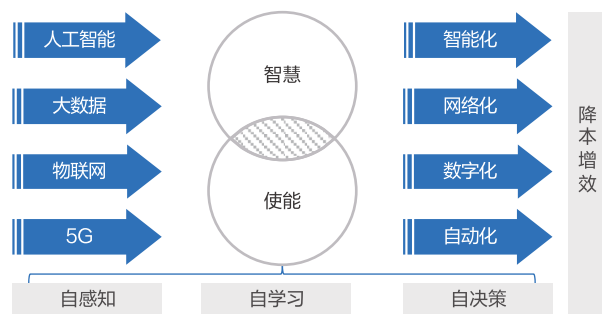


图 3.29 京东智能物流认知

5.2 京东智能物流特征

京东自有的电商业务为其物流业务创造了大量的需求，促使京东打造一套完整高效的物流系统。2019年，京东物流发布了重点基于 5G、物联网、人工智能等技术的 LoMir（络谜）5G 智能物流平台，推进供应链的泛链接、数字化、智能化，实现物流全链路的实时监控、可视化、智能分析和实施分析。目前，京东物流的供应链解决方案已在京东亚洲一号和北斗新仓及其物流骨干网络成熟应用，有效降低了物流网络和仓储建设成本和周期，提升了供应链运行的响应时效。

▶ 泛连接：

基于 5G、IoT、WiFi 等网络通信技术实现人、物、信息等事物之间的泛在连接，实现万物互联。

▶ 数字化：

基于万物互联的状态，将连接后采集到的海量数据进行分析处理，实现数据的量变和质变，形成可以支撑精准决策的数据池。

▶ 智能化：

在泛连接和数字化的基础上，通过计算机视觉、深度学习、类脑计算等方法实现物流的降本增效。

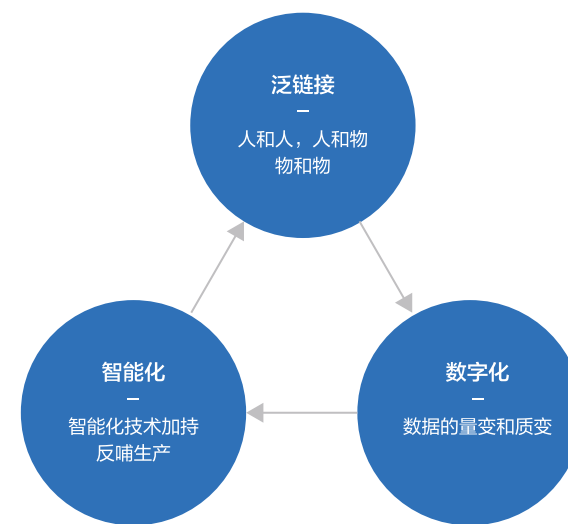


图 3.30 京东智能物流特征

5.3 京东智能物流案例

► 京东 5G 智能物流园区解决方案——京东亚洲一号物流园区

京东近年来在上海、北京、西安、成都、郑州等地建设了一系列亚洲一号物流园区，形成了一套完整的 5G 智能园区解决方案，依托于 5G、物联网、人工智能、智能设备等技术，实现园区智能作业、智能管理、智能安防，全面提升人、车、货、场、安防五大领域的管理能力。亚洲一号园区全方位集成物资集散、仓储加工、运营结算、多式联运、城市配送、信息处理、配套服务等功能。园区通过大规模使用自动化设备、机器人、智能系统，降低了多个环节的成本，提升了各类商品的流转效率。

以最新建设的郑州亚洲一号为例，该园区分拣效率比传统作业方式提升 5 倍，日均可处理 100 万单。仓储方面，郑州亚一可存储中小件商品近 2000 万件，大件商品 30 万件，包含手机、笔记本电脑、休闲食品、美妆个护等 100 多个品类；物流方面，郑州亚一的投放可满足河南省全境当天下单，次日送达，园区周边 16 个核心城市实现半日送达。

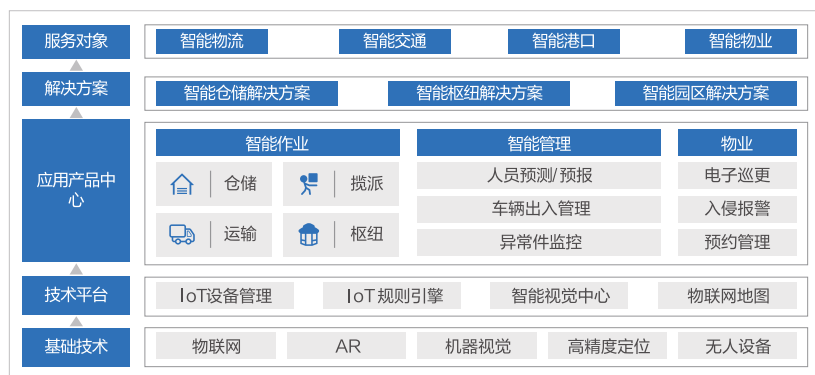


图 3.31 京东物流园区解决方案

06

未来展望

我国电子商务的快速发展带动着物流行业水涨船高，但由于污染、效率低下等问题，物流行业难以保证全面可持续发展，因此发展智能物流的重要性不言而喻。智能物流生态的建立受到社会、经济、文化、环境等多种因素的共同作用，因此在其顶层设计时需加入人工智能、物联网、区块链等新兴技术，优化体系建设，从源头上解决上述多种因素所带来的问题，奠定数智化社会物流供应链中“数”与“智”的基础。

智能物流运用数字孪生构建自感知、自学习、自决策的闭环系统，通过传输接口、集成中间件、仿真系统等将物理世界中真实的物流供应链映射到数字世界中，确保其高保真的数字化表象。进而通过在数字世界中的运营策略模拟，优化算法测试和结果分析，将数字世界中验证的智能决策镜像至物理世界，用超越现实的方式完成数智化物流供应链的闭环。智能物流终将实现社会化转型，达成物流业的可持续发展，为数智化社会供应链建立良好的流通体系，为我国供给侧结构性改革添砖加瓦。

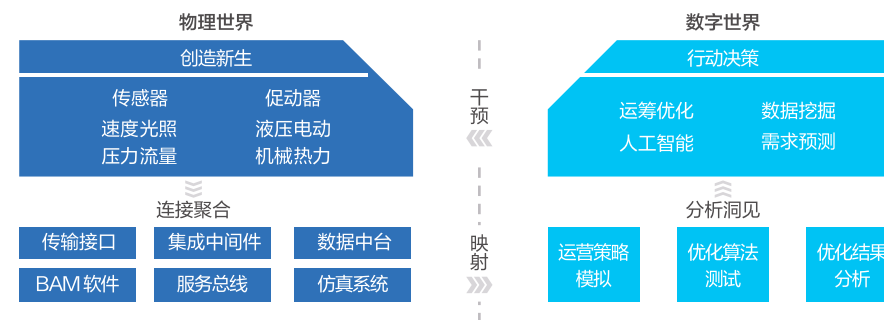


图 3.32 自感知、自学习、自决策的闭环物流系统



“

智能金融：以人工智能为核心，共建金融普惠生态

”

02

智能金融发展情况

01

智能金融的内涵

金融的本质是促成资金在供需双方间流转的一种服务，而智能金融便是利用智能技术来进一步提升资金的流转效率，通过量变的积累达到质变，改变金融供应链中供需双方的交互方式。站在金融服务供应链角度，智能金融将重塑供给侧的数据共享、协作、资产流转及信用评估方式，对于需求侧，智能金融将提供以用户为中心的个性化千人千面普惠金融服务。金融供应链中的产品设计、渠道获客、风险管理、客户运营、资产管理等环节将通过智能金融实现全面效能提升，在信贷、保险、理财、供应链金融、资产证券化等多场景实现普惠创新，使资金实现精准快速的供需匹配。



图 3.33 数智化社会金融供应链概览

2.1 智能金融发展背景

存款业务上，中国居民的存款规模稳步增长，且增速持续加快，但仍然面临投资能力弱、投资渠道少的问题。中国人民银行调查统计司于 2019 年 10 月的调查数据显示，中国城镇居民金融资产构成中 39.1% 为现金及银行活期/定期存款，股票、基金、债券及保险产品分别仅占城镇居民资产的 6.4%、3.5%、1.2%、6.6%。这表明我国居民金融资产的构成存在一定的差异性，银行存款仍是居民存款的投资渠道。

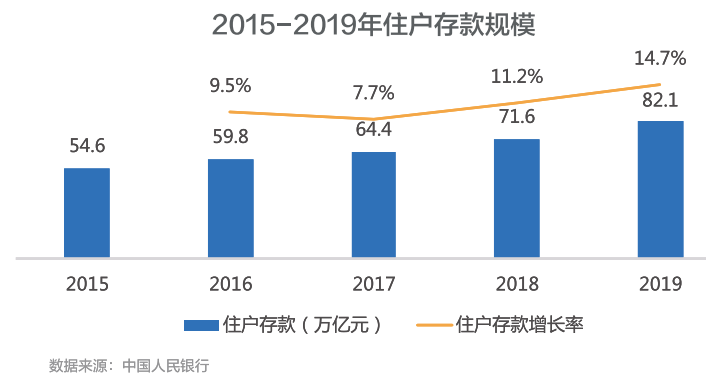


图 3.34 2015-2019 年住户存款规模

贷款业务上，中国居民的中长期消费贷款增速近年有所回升，短期消费贷款增速在持续下降。消费贷款一方面使得居民消费自由度提升，助力人们提升生活水平，但另一方面过多的中长期贷款消费将增加居民未来偿债压力，不利于长期资产配置的合理规划，因此金融机构需要对贷款人群有更为细致的认知，通过对贷款人群分类满足不同人群的贷款需求。

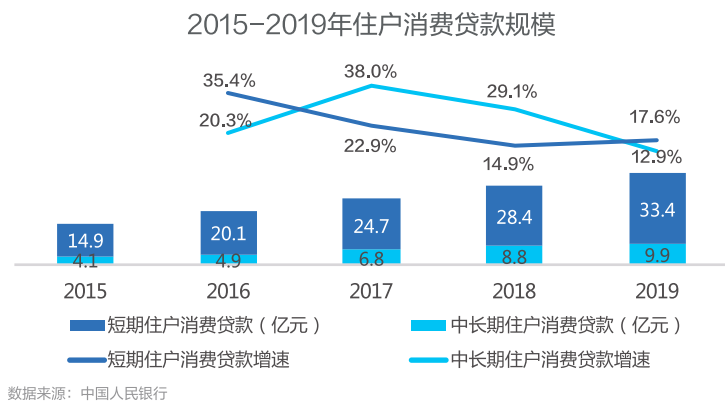


图 3.35 2015-2019 年住户消费贷款规模

在企业贷款方面，中小微企业是中国经济发展的重要力量，然而由于其主体信用弱，传统授信模型无法解决多数中小微企业的信用证明问题，小微企业融资难、融资贵的现象仍在一定范围内存在。

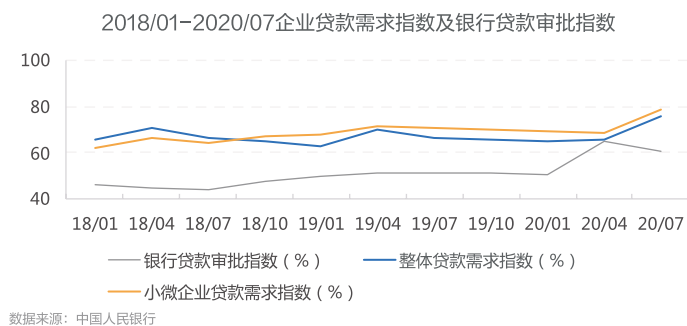


图 3.36 2018/01-2020/07 企业贷款需求指数及银行贷款审批指数

在汇兑业务中，中央银行支付清算体系稳健运行，非现金支付业务得到普及，支付服务的普惠性持续提升。在非现金业务上第三方机构的加入使市场竞争更加充分，因此通过科技赋能提升自身竞争实力，寻找新的增量市场成为传统金融机构的关键突破点。

针对上述存款、贷款、汇兑等业务所面临的挑战，智能金融可以提升金融供应链中各环节的流转效率，使资金实现精准快速的供需匹配。

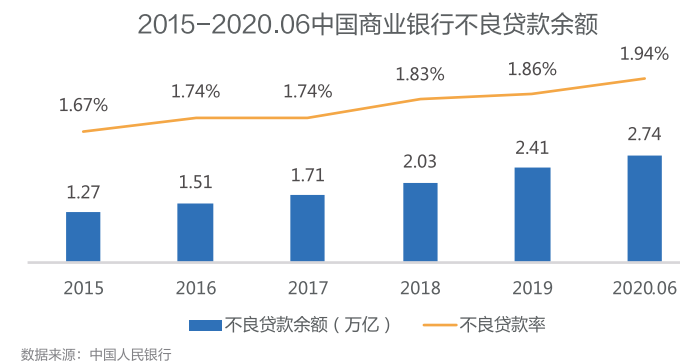


图 3.37 2015-2020.06 中国商业银行不良贷款余额

2.2 智能金融发展趋势

价值体现在数据的智能化处理。大量的数据使金融行业主体可以更高效率的流转资金。银行可以更精准的进行风控审核判断放款，券商可以更全面的分析投研数据进行投资决策，保险业可以更灵活的定制产品价格、进行反欺诈审核。

金融科技公司可分为金融机构控股的科技子公司及互联网金融科技公司两类，其中头部银行成立的金融科技子公司除了为母公司提供技术服务外，同时也希望输出自身的技术产品辐射中小银行，但根据市场现状，金融机构的主要合作对象仍以互联网金融科技公司为主。互联网金融科技公司的核心竞争力是其强大的研发能力以及可在自身业务场景下对新技术进行验证。由于金融行业是以资金作为主要流通商品，相较其他面向 C 端的行业对安全性及规范性要求更高，因此新技术唯有经过实际场景验证才可被银行等金融机构接受，而中小型金融科技公司由于自身缺乏金融业务场景作为技术的验证手段，因此，有自身业务场景的金融科技企业，会得倒银行等金融机构的青睐。

各类金融机构在业务上既有重叠又有差异，因此在获客上面临同业和其他行业机构的竞争，而移动互联网的发展进一步加剧了金融机构的获客竞争。银行业可利用业务丰富的优势，结合各类金融存、贷、汇场景构建满足用户需求的移动服务，以此保持在同业、三方之间获客竞争上的优势。证券行业目前面临佣金率水平下降，经纪业务急需转型的发展问题。从经纪业务向全面财富管理业务和综合金融服务的转型，成为目前证券业务发展的重要方向，而基金投顾试点业务的开展正成为券商经纪业务转型的突破口。

风控作为金融机构的核心能力，其根本即对个人信用、资产价值的评估，更多元及更精准的数据可以帮助金融机构更准确地评估风险，从而实现对各项金融业务的降本增效。通过科技赋能的风险管理，会使各金融机构在产品服务上实现差异化以提升市场竞争力。目前银行业风控中的主要应用方式为，在现有模型上不

断小规模增加新的外部数据源进行迭代，在迭代过程中模型中基于数据判断风控的占比会越来越高，最终变为基于数据系统的模型，以此完成从传统模型向科技模型的升级。证券行业所处的博弈市场意味着数据信息获取广度及深度的提升可帮助保持自身投资能力优势。而在保险业，目前风控模型在产品定价、反欺诈领域虽已有较为成熟的发展，但由于保险业以稳定统一为主要发展基调，因此从需求端推动技术落地阻碍较大。传统的保险业务产品定价多应用同一套产品加成模型确定，同时在反欺诈等业务能力上发展较慢。因此需要供给端的金融科技机构加强技术与保险业务的紧密结合，以此推动金融科技在保险风控的落地应用。

2.3 智能金融发展面临的形势

► 数字化水平有待提高：

银行开展信贷业务是依靠抵押和担保，数字化信贷水平有待提高，需要金融科技的参与和合作，共同提高数字化水平。同时受监管环境的影响，两端均在不同程度上存在推进资产数字化的阻力，因此需要依靠金融科技来联结资金的供需双方，实现资产数字化。

► 营销获客难：

中小型金融机构面向的用户金融需求小而分散，获客成本、客户质量及贷款规模具有很大挑战，同时，中小型金融机构如何搭建合理的客户结构也是其发展的一大挑战。

► 风险管理体系有待完善：

金融机构在信用风险控制、反欺诈、贷中监控、贷后管理等领域也在面临越来越多的挑战。例如，如何搭建全面、实时、精准、可视的风控管理体系，如何在与黑产行业不断升级演变的攻击对抗中化被动为主动，提升公司全流程业务安全、基础安全、技术安全等。

► 产品设计精准定位有待加强：

优质金融产品能为金融机构带来丰厚的利润，而随着外资、新的金融公司、股份制银行的崛起，金融机构对于优质客户的竞争越发激烈，如何打造直击用户需求的金融产品，是各类金融机构都在探索的答案。基于数字化技术开发新的产品或方式，有望给金融机构带来业务上的新突破。

► 转型成本压力较大：

金融机构的数字化转型需要做到全流程数字化，个别环节的单独数字化会造成无法和前后流程对接，而

全流程数字化成本较高，建设周期长，导致部分小微银行等金融机构难以负担成本，快速形成收益。

► 增强隐私技术尚未突破：

数据保护和数据隐私条款限制了各类金融机构数据的对外输出，而联邦学习等解决数据共享问题的算法模型难以保证使用脱敏数据的二次计算可以达到使用原始数据计算的效果。同时开放银行目前国内缺少执行标准，现有监管机制下，针对隐私数据采集、分析和使用的规范在逐步趋严和完善，因此需要技术及标准的共同发展实现多方数据的融合。

03

数智化社会金融供应链与 5D

智能金融在国家经济发展及国计民生中占有重要地位，通过对资源的优化配置保证社会各项功能的正常运转。物联网、大数据、区块链及人工智能等技术可提升金融机构优化资源配置过程中获取信息的准确度及透明度，以此提升配置效率。

▶ Deep Tech:

各类技术的发展扩展了金融业务服务场景，以此实现智能金融的 Deep Tech。

▶ Deep Connectivity:

区块链技术的应用保证了数据的真实性，并实现了数据在多方的准确共享，以此实现了智能金融的 Deep Connectivity。

▶ Deep Data:

物联网的应用实现了多类资产数据的采集感知，以此实现智能金融的 Deep Data。

▶ Deep Intelligence:

通过 Deep Connectivity, Deep Data 和 Deep Tech 的结合实现了金融业务的智能化、自动化，以此实现智能金融的 Deep Intelligence。

▶ Deep Purposes:

以上 4D 的结合使金融机构产业可以根据大量数据精准分析和各类资源的准确性和有效性，使各类金融机构、投资方、融资方多方面受益，提升社会资源的合理分配，达到数智化社会金融供应链的 Deep Purposes。

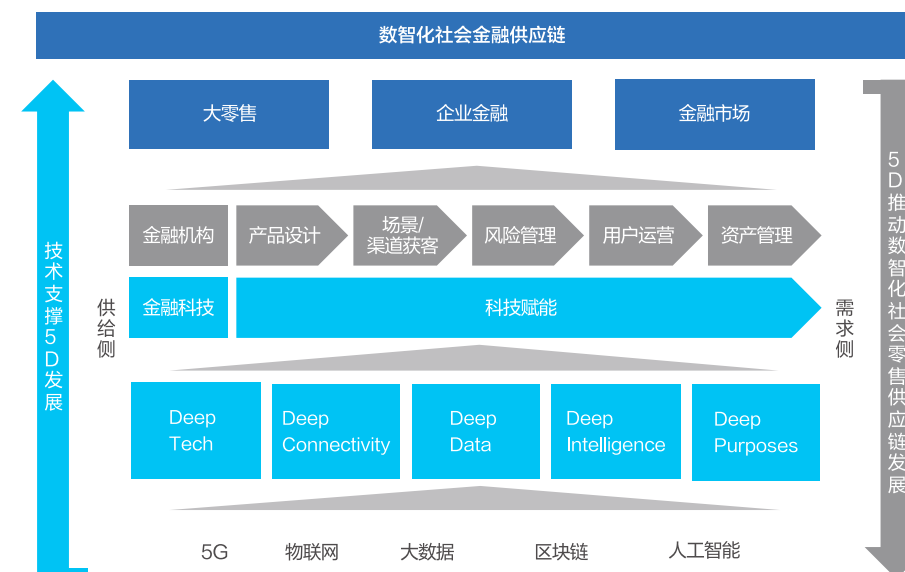


图 3.38 数智化社会金融供应链、技术与 5D 之间的关系

04

智能金融关键技术应用

4.1 人工智能：提升全链路金融服务能力

人工智能是未来金融服务的核心能力，是下一代金融服务满足客户千人千面需求、进入各类细分场景的助推器。联邦学习、神经网络等技术的发展，实现了在产品的设计、渠道获客、风险管理、客户运营等环节为各类客户提供精准服务的能力；智能客服等场景提升了客户体验，同时降低了业务运营成本；图计算在风控反欺诈、反洗钱等领域的应用，可基于设备信息、环境信息、用户行为等信息洞察传统关系数据库难以识别的异构深层关系网络，推算用户的风险等级，识别黑产，有效挖掘团伙欺诈行为。



图 3.39 人工智能与金融服务能力

4.2 区块链：构建资产可信生态，提升业务合作效率

区块链技术由于具备分布式存储、数据公开透明、不可篡改、身份安全等特征，保证了数据的真实有效，创造了可信任的环境，在智能金融中主要应用于资产价值验证及金融信息同步中。

在资产价值验证中，通过将资产信息及其变化同步在区块链系统上，并利用区块链账本自动同步、不可篡改的特性，改变了传统方式仅在个别关键时点进行底层资产审计，确保了资产价值的实时真实性，如通过电子仓单上链可避免大宗仓库资产的运输过程造假、仓储资产虚报、多次抵押等行为，帮助资产抵押贷款、ABS 产品发行等业务拓展落地应用产品范围。

在金融信息同步中，区块链技术目前主要应用于支付业务中，基于共识算法及分布式账本使支付结算流程内的各方参与者共同使用、维护同一套账本，通过智能合约实现交易即结算，提升清结算业务的效率。

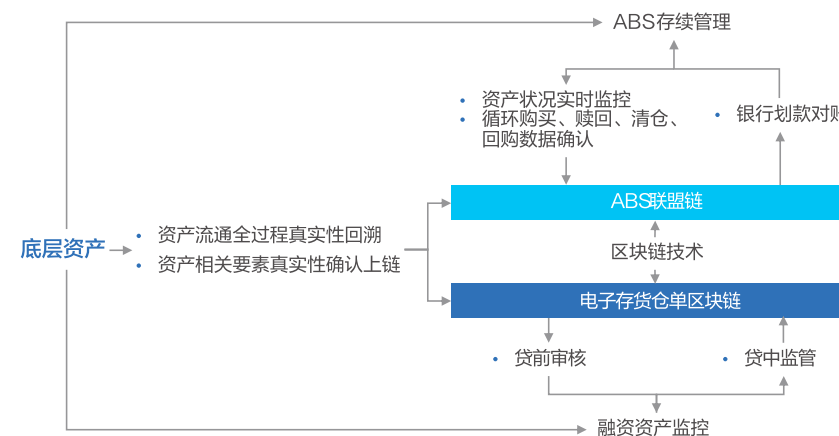


图 3.40 区块链与金融安全

4.3 物联网及 5G：丰富未来金融场景，助推创新业务模式产生

物联网可以快速采集到更多更精准的资产数据，结合移动互联网产生的账户、交易、行为数据，能为全场景提供更加准确的决策支持，同时在一些场景能够催生出更加高效的新业务模式。如物联网与计算机视觉技术的结合可快速清点大宗仓库或生物资产的数量及变化情况，或通过传感技术、导航技术、定位技术等方式控制仓储和货运环节的交易过程，提高供应链金融各方交易的透明度，帮助金融业更快更准确地核算贷款

方资产，进而快速完成风控审核及监督环节。通过车联网数据可监控投保车辆的状况，进而线上快速完成保险理赔的审核。从物联网采集到的各类健康、生活数据，通过大数据分析还能为保险、理财、贷款等金融服务提供产品设计和营销决策。

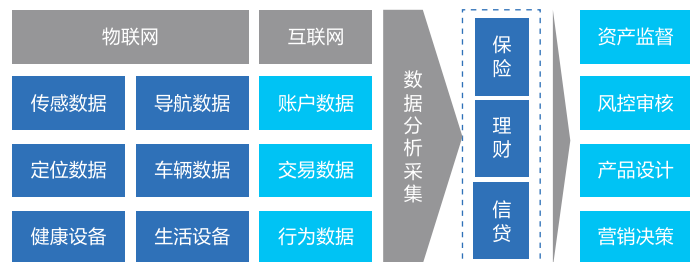


图 3.41 物联网、5G 与金融场景

05

京东智能金融

京东认为，金融科技核心理念在于通过科技手段为金融行业赋能，实现行业的降本增效。因此，京东在金融领域方面将自身定位成服务金融机构的科技公司。

5.1 “TIE” 联结模式

在金融科技逐渐进入发展后半程的当下，金融行业需要与实体经济深度融合，为实体行业带来变革。近年来金融与产业数字化的相关经验推动京东发展出了科技（Technology）+ 产业（Industry）+ 生态（Ecosystem）的“TIE 联结模式”。

在这套模式下，京东将数字化打造为金融与实体经济的连接器，通过实现金融与产业数字化实现金融科技为实体产业的赋能。在此过程中，公司既有产业的服务能力成为公司拓展新兴产业的原发优势，使公司拥有深刻的用户洞察、全面的金融服务、优秀的产品设计、强大的运营能力等多个着力点，具备与产业快速建立连接的能力。同时，公司采用产业共建的最优模式，与各行业合作伙伴一起共建数字生态，实现全面共赢。

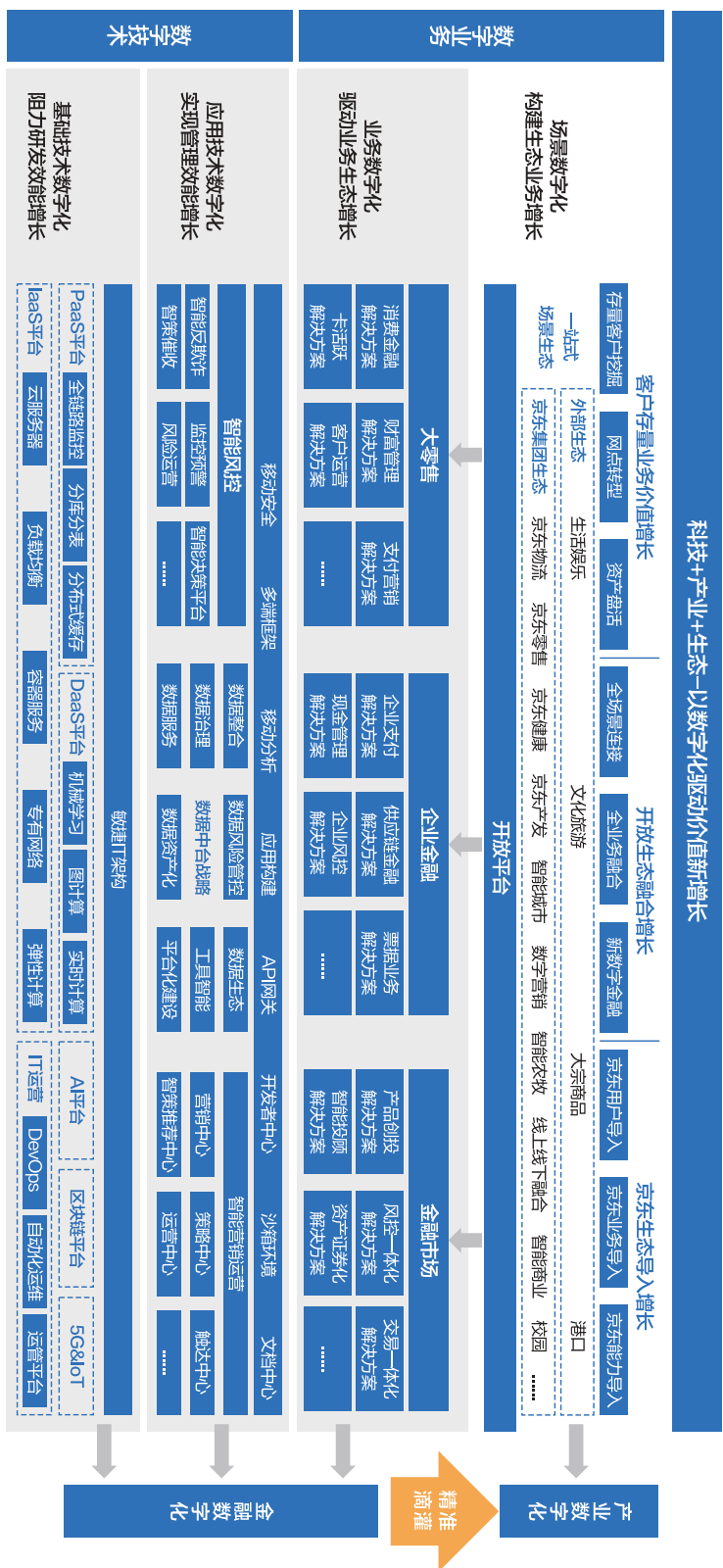


图 3.42 金融行业 TIE 联结模式

一方面，金融数字化可以提高金融机构存量业务的经营效率，提升客户的价值贡献率，实现金融机构的二次增长。同时，金融机构的场景覆盖能力也将有所提升，并以更强的金融科技能力和更专业的金融服务能力，融入新的数字化场景。

另一方面，产业数字化可以使金融服务更早、更有效地介入到实体经济的增长模型中，更早融入企业和个人的资产生成过程，从根本上提升资产透视能力和资产定价能力。同时，让实体产业获得更便捷、优质、普惠的金融服务。

以京东科技向金融行业提供的 TIE 模式为例。在科技层面，京东科技为金融机构提供的智能风控、数据中台、智能营销运营等数字化解决方案，提升金融类客户的风险管理、运营效率等能力。在业务层面，通过大零售、企业金融等数字化方案，解决金融类客户在用户、产品和资金等方面的问题。同时，京东在生态层面会将自有的生态布局及所服务的产业与客户接入，覆盖线下零售、大宗、出行、商旅、农牧、港口、媒体、智能城市等产业与场景，帮助金融类客户打通增量市场。

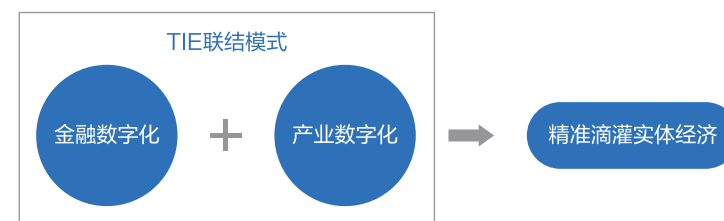


图 3.43 金融与实体

5.2 金融体系数字化解决方案

► 信贷科技：

京东科技基于深度契合金融机构信贷业务的生态场景，利用自主研发的高维风险模型和高效评估体系，为金融机构提供全流程信贷科技服务，帮助金融机构在信贷业务领域实现全流程数字化获客、评估、管理及监控，最终驱动金融机构信贷业务能力增长。基于高维风险模型，实现客群识别和用户分层，并向金融机构推荐有效的个人信贷需求。制定用户筛选框架，按协议约定进行贷前调查，为金融机构提供决策支持，金融机构在进行独立的信用评估后最终决定是否放款。同时，还协助金融机构制定差异化定价策略，搭建在线信贷申请渠道，提升金融机构的用户体验，降低金融机构的获客成本。贷款申请获批后，金融机构与借款人订立贷款协议，提供在线签约及电子签名等服务。贷款发放后，协助金融机构开展贷后风险监测及还款管理。

► 信用卡科技：

2015年，京东科技首创了互联网平台与金融机构信用卡联营模式，推出了“小白卡”系列明星产品。基于大数据风险模型及多维用户画像分析等技术，帮助发卡机构拓宽获客渠道，加强风险控制，实现从信用卡产品设计、用户识别、信用管理、用户运营，到业务经营等方面的全流程管理，提升金融机构信用卡数字化运营与管理效率。在产品方面，利用大数据分析技术，构建精准用户画像，帮助发卡机构设计符合不同群体消费习惯的信用卡权益，打造多元化的场景服务，并整合京东资源优势，提升信用卡产品的定制化程度。在用户识别方面，利用自身生态内海量线上线下场景，广泛深入触达消费、零售领域。尤其在区域性商业银行合作方面，结合区域性商业银行优势挖掘本地用户资源，并实现高效转化，帮助金融机构对用户进行多维度评估与分析，为用户首次额度申请、后续额度调整审核提供决策支持，实现额度优化投放。在用户运营方面，通过用户价值分析模型、流失预警模型等，对用户实施差异化、定向化促活策略，并通过客户行为与线上线下场景深度结合，利用京东生态体系内外多种营销手段，拓宽用户用卡渠道，挖掘用户价值。在业务经营方面，为发卡机构提供数字化信用卡经营分析和策略评估服务，通过覆盖用卡周期的完整指标体系，对整体经营进行诊断评估，并通过数据复盘、投产评价等方式对信用卡的用户触达、权益设计、营销策略的效果进行追踪与评估。

► 保险科技：

京东科技致力于推动保险行业的数字化进程，为保险公司提供包括产品创新、营销获客、保险风险管理、保障服务在内的全方位科技服务，帮助保险公司实现降本增效。基于用户群体需求与业务场景，帮助保险公司实现个性化、场景化的产品定制。京东科技依托“保库”核心科技系统，对保险产品的保障责任、赔付条件、增值服务、理赔额度等进行数字化升级，充分理解用户需求，实现保险产品的反向定制。京东搭建了全面覆盖线上线下的保险销售渠道。在京东生态及京东金融APP之外，在全国开设了26家省级保险代理分公司，建立了120家分支机构，形成了覆盖全国的销售服务网络。依托大数据分析和机器学习技术，识别客户潜在需求，实现智能化保险推荐，促进保险销售线上线下融合发展，形成了网销、电销和线下销售的三位一体模式。一方面，公司将线下代理人的专业能力引入线上，为用户提供一对一线上咨询服务；另一方面，通过数字化展业工具帮助代理人提升获客转化能力。

► 资管科技：

京东科技推出云端一体化资管科技平台“JT²智管有方”，为金融机构提供贯穿资产管理全价值链的数字化解决方案，输出产品设计、销售交易、研究分析、风险管理等方面的技术服务，帮助金融机构提升资产运营效率，共建资管新生态。在产品方面，协助资产方将底层资产数据进行标准化处理，并利用区块链技术确保底层资产数据的真实性，帮助投资者识别底层资产，降低资产方结构化金融产品的发行难度。在销售交易方面，为金融机构提供涵盖资产的交易、风险管理、清算的一站式投资组合管理系统，并协助金融机构搭建全面的风险管理体系，提升交易管理效率。在研究分析方面，基于自身及合作伙伴的数据优势，通过模块化自由组合形成SaaS化的资管计划管理系统，并支持客户私有化部署，为客户在资产分析、筛选配置、

投资组合管理等方面提供专业支持。在风险管理方面，将大数据和人工智能技术融入风险量化模型，构建资管行业知识图谱，实现了对持仓资产的多维度风险跟踪与预警，覆盖了投前评级分析，投中限额监控，投后动态跟踪、数据挖掘与价值发现等核心环节，有效提升了客户信用风险管理的效率。截止至2020年6月末，京东科技云端一体化资管科技平台“JT²智管有方”注册机构已超过1,000家，覆盖银行、券商、基金、信托、保险等多类金融机构，已为多家头部商业银行托管部、理财子公司以及基金公司提供服务。

5.3 企业数字化解决方案

► 资金解决方案：

京东科技为企业提供支付结算解决方案，包括全场景支付收单、数字账户体系、智能清分对账等，帮助商户与企业打通资金收付和财务结算系统，提高资金流转效率。利用专业的数字化结算团队，订单处理峰值能力超2.6亿单/天，可帮助商户与企业大幅提高结算效率。基于物流、资金流、信息流、商流信息的整合与管理，还为商户与企业提供了一站式产业链金融服务解决方案，包括保理融资、订单融资、动产质押、票据相关业务、资产证券化等，帮助商户与企业提高供应链管理效率、增强资金管理能力。截至2020年6月末，京东科技累计为12万家企业提供超过6,500亿元的产业链金融服务；累计主导发行了超过140支应收账款项资产证券化产品，总规模超过1,600亿元。基于仓储物流设施的数字化改造，已帮助企业成功实现市场首单基于区块链技术的仓单质押融资。

► 应用及基础技术数智化解决方案：

京东科技为企业提供了应用技术和基础技术的数字化解决方案，帮助商户与企业提高风险管理能力和智能化经营程度。通过“风控超脑”和企业征信“蓝鲸征信”等产品提供实名认证、风险画像、反欺诈识别、风险监控、信用决策等服务，帮助商户与企业对交易对方进行背景调查、风险评估及持续管理，并有效防范信用欺诈、账户盗用、虚假交易等行为。为商户与企业提供智能运营解决方案，主要包括智能客服解决方案和智能外呼解决方案，集成了语音识别、语音合成、自然语言理解等多项智能人机交互技术的云计算框架，具备智能问答、后台管理和知识库管理等核心功能模块，可支持10轮以上深度交流、多模块语料实时更新、个性化应答及反问、主备服务自动切换，在“618”和“11.11”活动中平均响应时间短于1秒。

► 区块链及AI平台敏捷IT架构解决方案：

京东科技为商户与企业提供包括“智臻链”区块链平台和AI平台在内的敏捷IT架构解决方案。京东科技的区块链技术品牌为“智臻链”，为企业提供区块链技术平台、商品溯源、数字存证、ABS云平台、电子合同等五大服务能力。目前，已对外开放JD Chain和智臻链BaaS两大核心技术平台。JD Chain是具有完全自主知识产权的企业级区块链底层引擎，在高吞吐量、低交易延时、海量账户、大规模共识算法、

多链并行、可扩展性、易用性等方面取得突破，支持国密算法，单账本内支持使用多套密码体制，单链的每秒交易处理能力超 2 万 TPS；智臻链 BaaS 是企业级区块链技术服务平台，可以帮助客户实现区块链技术平台的快速部署和联盟网络的快速组建，提供区块链网络多级分层扩展功能、完备的链上应用开发工具和安全合规的信息处理能力，能够解决企业落地区块链技术过程中遇到的实际问题。“智臻链防伪追溯平台”已合作超 1,000 家品牌商，落链数据超 10 亿级，消费者“品质溯源”查询次数超 750 万次。数字存证方面已为广州互联网法院“网通法链”提供区块链底层技术，完成北京互联网法院“天平链”的节点接入，并已实现“智臻链数字存证平台”与两者的互信互通。基于丰富的人工智能技术为商户与企业提供 AI 平台解决方案，帮助企业与合作伙伴快速构建统一的 AI 基础能力，主要包括：计算机视觉、自然语言处理、语音技术、机器学习等基础算法，具备人脸识别、OCR 文字识别，语音识别，语音合成、多轮对话、FAQ 生成等核心组件能力，并提供标准化 API/SDK 等服务模式。人脸识别在身份核验场景中百万分之一误识率下真人通过率在 98% 以上。多模态人脸活体检测对二维和三维头模的攻击正确拦截率达 100%，对真人识别正确率达 99.8%，通过国家金融 IC 卡安全检测中心—银行卡检测中心（BCTC）的技术认证，达到国家认证的金融支付级安全标准。语音合成基于深度神经网络对字音进行建模，发音自然流畅，听感酷似真人。基于对抗生成网络的 FAQ 生成正确率达 80% 以上，有效减少人工语料扩写工作量。基于 AI 平台解决方案，公司向客户输出 AI 技术，提高智能化经营水平；为合作伙伴提供操作平台，提高产品研发效率；为产业提供新的生产模式，促进人工智能产业发展。

06

未来展望

6.1 全域可信生态

信用是金融活动开展的基石，数字科技对金融供应链的赋能，势必会驱动信用体系加速升级。随着跨链技术、隐私增强技术等全域可信关键技术和金融机构搭建起越来越多的联盟链，最终构建出全域可信生态。在全域可信生态下，金融数据产生、使用、流转的全生命周期将得到隐私安全保护，由此金融机构能够使用生态中所有真实可信的用户信用数据为其业务赋能，帮助金融机构真正意义上突破业务增长的既有模式和边界。同时，金融机构的业务增长势必产生更多的用户信用数据加快整个生态的形成。未来全域可信生态的实现将打破金融机构间壁垒，激发金融机构活力，带来新商业价值的同时加速消弭金融信息不对称现象。

6.2 数智柔性服务

在金融回归服务实体经济本质的大趋势下，不同类型和规模的 B 端客户对于金融服务的诉求越来越复杂，作为供给者的金融机构所提供的标准化金融产品已逐渐无法满足客户的诉求，利用数智化技术为不同客户提供精准定制的柔性服务愈发重要。在 5G、物联网、AI、区块链、量子计算等先进技术的加持下，高效收集、分析、满足个人 / 企业客户千面的金融服务需求，从源头解决上述问题和挑战，为金融机构设计柔性金融服务提供“数”与“智”的支撑，打造金融社会资源供应分配的最佳实践：比如零售金融领域，实现各类存、

贷、汇产品的多样化、定制化、个性化；企业金融领域，将金融渗透到产业的各个细分场景，进而实现与实体经济的融合共赢。

6.3 全链深度智能

全域可信生态及数智柔性服务进一步完善了智能金融的图景，需求端全链路数据的共享透明及供给端的个性化产品拓展为供需两端的精准匹配结合提供了坚实的基础，同时也为供需匹配效率带来了新的挑战，人工智能的发展成为提升效率的关键突破技术。随着基于知识表达及推理机制的技术的发展，机器在未来可以准确理解金融供需两端的意图，通过全社会场景的数据分析技术，可以实现各场景下供给产品与需求意图的实时自动匹配，以此打造全场景供需生态，提升资源在供需两端的流转效率，达到高效联结可信生态及柔性服务的目的。



“

智能城市：用人工智能和大数据打造智能城市

”

01

智能城市内涵

2010年以来，中国城镇化的发展进入了快速增长阶段，在政府指导和企业创新的双轮驱动下获得了瞩目的成就。2019年，中国城市化率已达到60.6%，传统城市治理的理念和手段已无法适应现代城市发展的新形势，智能城市的概念应运而生。智能城市以采集、整合、分析城市核心数据的信息技术为基础，主动的、前瞻性的对城市中的企业、行业和生态环境进行赋能，多层次、多角度的参与到促进经济发展和环境治理的过程中，最终带动城市的综合管理、经济、民生、生态和基础五大系统，保障城市与生态的可持续发展。截止目前，住建部正式公布的智能城市试点数量已达277座，超过500个城市均已明确提出或正在建设智能城市，建设智能城市的趋势已不可阻挡。

智能城市是数智化社会供应链的范例。智能城市不仅承载了零售、物流、金融、医疗等传统供应链，更是在更宽阔的一个尺度上利用大数据、人工智能、物联网等尖端技术将各个行业的供应链进行全域全维的整合，外延至整个社会中更加广阔的资源供给协同和调配上。智能城市有能力将无界的社会资源透明、高效的流转在有界的地域当中，并通过边缘节点和覆盖全域的网络基础实现万物的联接，建立可拓展、可升级的、可联结的数字化、智能化社会供应链集群，带动各个产业间的互联互通，从而在整体社会的维度更多的展现智能城市所散发的独特魅力。

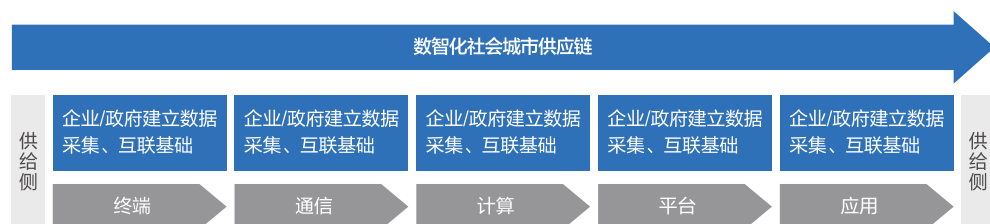


图 3.44 数智化社会城市供应链概览

02

智能城市发展情况

2.1 智能城市建设模式

根据企业在智能城市项目中扮演的角色和输出的方案差异，智能城市的建设大体分为 4 种模式，分别为数字化解决方案模式、成立合资公司共建运营模式、传统 IT 产业模式和产业发展融合模式。虽然 4 类模式有所差异，但在软硬件供给、整体方案效果和赋能政府治理城市方面也有着相似之处。

▶ 数字化解决方案模式

此类模式以建设大数据中心、云平台、城市操作系统等一体化、数字化的基础设施的方式切入电子政务、数据政务和数字政府等板块，联合合作伙伴利用数据赋能城市治理的理念为政府赋能，以数字化概念驱动地方政府建设项目，属于工程式建设模式，建设速度较为迅猛。以承建式的方式为政府打造软件和硬件的集成，如云平台、数据中心等，基于设备的感知能力为政府提供扁平化、智能化的新型治理流程。

▶ 产业发展融合模式

此类模式从产业发展路径的角度出发，连接政府与市场，补齐产业发展所需要素，如在物流、仓储等产

业上的投资等，建立大规模的物流仓储中心，有能力做重资产的输出且本身的投资属于智能城市建设的重要组成部分，因此本身就带有智能城市的建设及参与部分推动经济运营属性。

▶ 成立合资公司共建运营模式

此类模式主要以产业投资交换项目的方式展开，依托企业与地方政府成立合资公司。政府将智能城市的建设作为整体项目做单一采购，将项目以数字+城市的方式命名，如数字郑州、数字杭州等；企业作为合作建设方参与项目进程，并以企业方的资源优势为核心，打造有特色的城市治理解决方案。

▶ 传统 IT 产业模式

此类模式受企业的自有资源和既往条件的限制，较少在项目当中承担总体解决方案提供商的角色，通常以 IT 服务和产品供应商的角色参与到智能城市的建设当中。此类模式通常在已有项目中开展，在政府业务路径规划完成后，通过经销商将自己的核心平台进行输出，因此投资回报周期较短。

2.2 智能城市发展挑战与突破

▶ 城市状态感知：

城市地域广阔、场景复杂，城市的状态（如交通、人流、能耗、消费、环境、气象、灾难等）瞬息万变，如何及时、准确的捕捉反应城市状态的数据是开展智能城市应用的基础，也是一大难题。数据源多、产生机理不一，数据接口多样、数据类型复杂等问题给城市感知带来了挑战。

▶ 城市数据管理：

城市中的数据多源异构，大致分以下三类。以图像、语音和文本为代表的非结构化数据，以电子政务表格为代表的结构化数据，以及地理信息和物联网数据为代表的时空数据（如交通流、人流、能耗、气象等）。这些数据体量巨大、更新快，且在一个智能城市的应用中往往要使用多类数据。因此，在城市感知之后，如何治理和管理好这些纷繁复杂的数据并有效支撑上层应用是一大挑战。

▶ 城市数据的分析和挖掘：

早年间智能城市建设依靠数据直接表达的信息来解决问题（如水、电、气在线缴费和查询服务），数据背后更深层次的知识有待进一步发掘，不同数据的融合和知识协同还远远不足。城市数据被利用的深入和广度还很不足。

▶ 数据共享和数据安全的矛盾：

当今大家都开始意识到数据的重要性，但也越来越不愿意分享自己的数据。此外，总有一些数据机密性高或者涉及到个人敏感信息不能共享，政府部门之间、政府和企业以及企业之间的数据壁垒很难完全打破，数据也不太可能（也没有必要）物理集中存放。虽然一些城市的政府建立了政府部门之间的共享交换平台，但很多数据（如公安、税务等）也并不都能实现完全的共享，更无法有效的利用到互联网企业的数据，如何在确保数据安全的前提下做到知识的安全共享（而非原始数据的物理汇聚）是一大难题。

▶ 城市的展现：

智能城市的应用往往会涉及到数据呈现和结果展示，但目前的信息展现往往是单向静态的大屏，展现端对物理世界现实数据的探查能力不足；缺乏人机交互和人机智能融合的可视分析能力；通过展现端对物理世界的反控能力更是不足，城市的展现和感知没有形成闭环。

▶ 智能城市生态：

智能城市的业务涉及范围广、逻辑复杂、技术门槛高，很难靠单一机构来完成。传统的总集成商+分包商的模式很容易造成各自为政、各自基于自有产品和技术来实施的格局，最终导致信息孤岛，并不能解决该问题。普通的云计算平台并非为智能城市业务专门设计，缺乏有效的组件（交通流量预测模块、充电转选址模块、人流聚集预警模块等），在云平台上直接开发智能应用的难度大、门槛高、代价沉重，且比较封闭、可扩展性和复用性弱。很多常年服务于政府、深知政府业务的信息化公司很难参与到高级智能城市应用的建设中来。

▶ 复合型人才：

我国物联网、区块链等技术都处在初级发展阶段，掌握此类知识的人才储备相对较少。智能城市相关人才需要同时懂业务、懂技术、懂数据，同时还要了解政府运行和城市管理，此类复合型人才的培养是长期的过程。

一体化产业发展推动数智产业人才培养

目前，我国各大院校已经开启智能城市相关专业，关注复合性人才的培养。同时，各大企业更加注重对于员工的培训，旨在培养既懂业务又懂技术的双向人才。

03

数智化社会城市供应链与 5D

智能城市实质上是一个全域全维的数智化社会供应链。遍布城市的数字化多模态感知终端，既是 Deep Tech 的底层组成，也形成城市的 Deep Connectivity。数据在时间维度上不断生成、流动，形成 Deep Data。城市各个维度的基础设施和平台，形成城市的中层 Deep Tech，成为数据高效流通和汇聚的载体。以 AI 为代表的智能算法，通过对数据进行多维度分析，形成对城市 Deep Intelligence。以此为基础，帮助城市从各个维度实现需求导向的 Deep Purposes。

▶ Deep Data:

在智能终端层面，通过智能手机、摄像头等智能终端在消费、生活、交通等方面采集数据，形成城市各方面的 Deep Data。

▶ Deep Intelligence:

海量数据进行整合、分析，输出数据背后所蕴含的深层次管理逻辑从而实现深度智能。

▶ Deep Purposes:

科技将帮助政府及企业在政务、能源、金融、教育等领域提升智能化管理效率，持续深化 Deep Purposes 在智能城市中的价值。

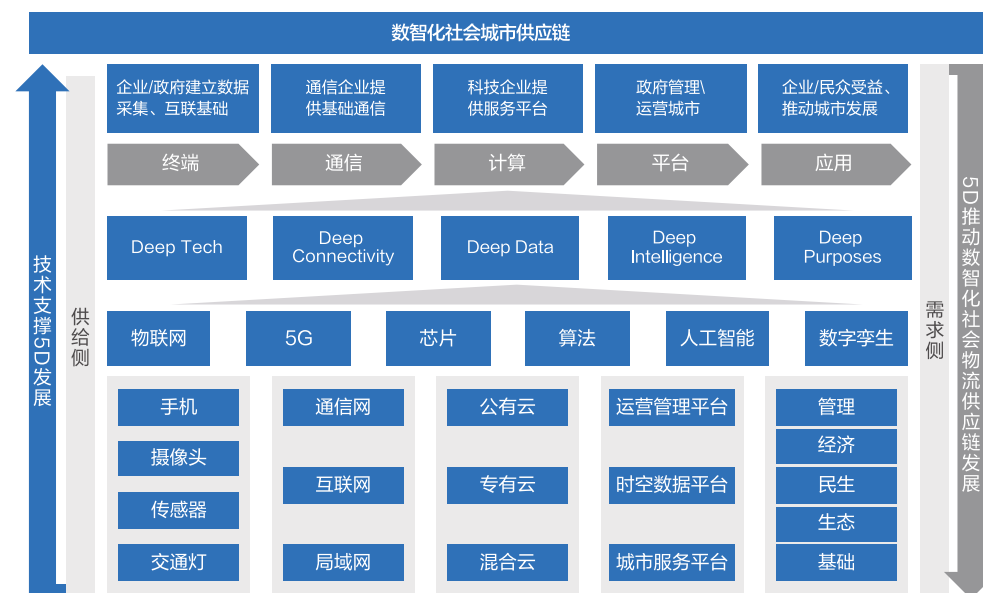


图 3.44 数智化社会城市供应链概览

▶ Deep Tech:

物联网、大数据、云计算、时空大数据平台等可将海量数据进行整合、分析形成技术的深度应用。

▶ Deep Connectivity:

城市中的建筑、道路、人汽车等通过物联网技术相互连接和有机融合，通过技术赋能形成深度链接，感知城市韵律。

04

智能城市关键技术应用

技术是不断推动智能城市发展的助推器，智能城市的技术应用可分为基础技术、感知技术、计算技术、安全技术和仿真技术。而在众多技术分支中，大数据、时空 AI 模型和数字孪生在城市数据采集、分析和展示方面起到了不可或缺的作用。



图 3.46 智能城市技术应用

4.1 城市时空数据：对于城市更加全面及深刻的理解

城市应用场景中，存在数据源多、产生机理不一，数据接口多样、数据类型复杂等问题，如何及时、准确地捕捉反应城市状态的数据是开展智能城市应用的基础，其中涉及到城市感知、城市数据管理等技术。应建立覆盖全域的数据采集层，对接城市中包括政务系统、传感器、移动设备和人群等数据源，实现城市状态的全域感知，完成政务数据、时空数据、视频、图像、语音和文本数据的全量、高实时、稳定、安全的采集、汇聚、挖掘、分析、应用。由于城市海量数据的特性，需要将时空索引技术与分布式计算环境相结合，提供高效的查询分析能力。

4.2 时空 AI：智能融合多源数据，深度挖掘数据价值

时空 AI 是将深度学习等人工智能技术应用于时空数据，是专门针对时空数据设计的 AI 算法模块，重点考虑时空数据的空间特性（空间临近性、空间层次、空间距离）和时间特性（临近性、周期性、趋势性）。不同于通用 AI 场景，城市 AI 场景有其独有的特点：1）城市的一项具体任务通常需要利用不同数据背后蕴含的知识，例如预测空气质量需要同时考虑气象、交通流量、地理信息等多种因素；2）一项具体任务往往涉及的数据量大但数据质量差，例如一个城市本身具有海量的空间静态数据和时间动态数据，但某一个重点区域（如景区）因运营时间短还未积累有用数据；3）同一任务在不同城市呈现出异质性和多样性，例如城市流量预测在不同城市考虑的统计方式不同（如车流量、人流量等）和空间粒度不同（如 1km*1km，250m*250m）。对应以上问题，需要重点突破多源数据（知识）融合技术、时空深度学习技术、时空自动机器学习技术。

4.3 联邦数字网关：基于联邦学习，实现跨机构数据的安全融通共享

智能城市建设中，一方面跨机构跨行业多维数据创新需求越来越多但另一方面数据隐私保护监管越来越严，如何在确保数据隐私安全的前提下做到知识的安全共享（而非原始数据的物理汇聚）是一大难题。联邦数字网关技术，是一种基于联邦学习、隐私计算、分布式计算的跨机构跨系统共建虚拟模型的数据安全融通技术，实现在模型构建中原始数据不离开数据拥有者而跨域建模，实现数据生产要素的安全合法合规使用，同时联邦模型性能可以充分逼近理想模型的性能。

4.4 数字孪生：物理世界与虚拟世界的映射

数字孪生通过实测、仿真建模等技术实现物理世界到虚拟世界的 1:1 精准映射，进一步实现物理世界动态运行状态在虚拟世界的叠加，同时基于数据挖掘、机器学习、可视化等智能分析技术，将虚拟世界中物理世界的感知、诊断和分析与物理世界打通，并将虚拟世界的决策在现实中执行，从而达到预测、控制物理实体对象的行为。

4.5 技术底座：数字化转型技术加速器

城市专有云为智能城市计算提供安全、稳定、弹性的算力资源。支持基于信创体系建设，提供从核心芯片、基础硬件、操作系统、中间件、数据库、应用等的全栈信创云平台，解决核心技术卡脖子问题和网络安全合规要求。支持对多种基础设施资源整合，跨平台融合编排，在异构云平台间快速部署，数据迁移，高效运维，整体提升业务的稳定性、灵活性。

4.6 技术发展对智能城市带来的价值

在物联网和大数据中心的逐步完善下，数据及信息流通愈加通畅，信息孤岛问题有望得到一定程度的改善，最终万物的互联互通将实现 Deep Data 和 Deep Connectivity。同时，传感器和摄像头等基础硬件与路侧单元结合，将帮助数据的采集，为智能城市的数据流通建立完善的技术设施，将实现帮助实现 Deep Connectivity 和 Deep Tech 的属性。



图 3.47 技术对智能城市的价值

05

京东智能城市

5.1 基于城市操作系统的“一核两翼”智能城市体系

5.1.1 概述

京东认为智能城市是以感知、分析和整合城市运行关键数据的通信和信息为基础，通过对城市的终端、场景、行业及生态进行主动性、前瞻性赋能，多方参与促进产业和经济快速、健康发展，最终带动城市综合管理、经济、民生、生态及基础五大系统全面协调和可持续发展的动态过程。

基于智能城市操作系统的“一核两翼”市域治理体系是京东集团提出的构建智能城市的核心建设体系。

“一核两翼”核心应用相互促进、相互增强，形成良性循环

AI+ 产业发展平台通过服务企业沉淀产业、贸易、企业等鲜活数据，为政府决策提供支撑；政府通过市域治理现代化平台为区域企业提供精准的政策、资金和服务，助力区域产业快速发展；AI+ 产业发展帮助政府政策落地，相关数据回流治理平台，帮助政府跟踪政策执行效果，形成一个良性循环。

生活方式服务业平台沉淀了居民在商业街、景区、交通、社区等场景的消费数据，帮助政府更好的为居民提供精准政策、福利与服务；同时政策服务的落地执行，通过平台沉淀并及时反馈给政府，形成以服务为导向的良性循环。

同时，企业代表商品和服务的生产端和提供端，居民代表商品和服务的消费端，通过 AI+ 产业和生活方式两平台的打通，可以实现产销的拉通与融合。

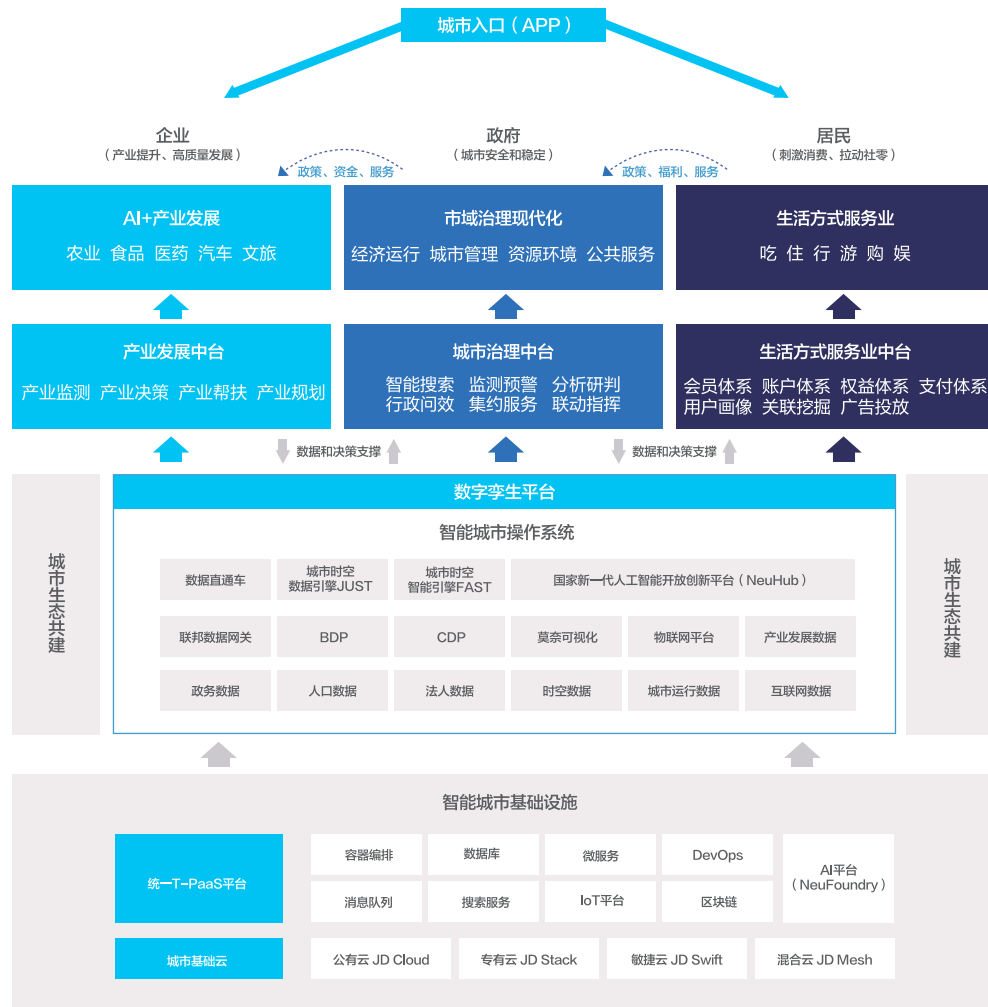


图 3.48 基于城市操作系统的“一核两翼”智能城市体系

5.1.2 城市云基础设施

京东依托在云计算的长期业务实践和技术沉淀，为城市提供全栈式（Full Stack）、全频段（Full Spectrum）、全场景（Full Services）、全生态（Full Ecosystem）的云计算服务。囊括 IaaS、PaaS、SaaS 的全栈式服务，从 IDC 业务到综合业务的全频段服务，提供包含公有云、私有云、混合云、专有云在内的多云、安全、可信赖的基础云服务。作为高效安全的多云服务提供者，以智能城市一核两翼体系为牵引，成为政府办公，市域治理，产业发展及市民生活服务场景下的城市云基础设施。



图 3.49 城市云基础设施

5.1.2.1 城市基础云

► **城市专有云平台：**面向政府和大中型企业客户提供大规模商业化高端云平台。专有云平台基于京东自研的云计算和大数据架构，通过私有化部署帮助政府在本地数据中心内搭建和京东公有云计算能力相同的云计算平台。专有云平台旨在以集约型数字化创新平台的差异化产品定位和行业化客户为先的细致服务为核心竞争力，成为智能城市核心业务的技术引擎，并提供全生命周期的专属原厂服务。

► **专有云平台 JD Cloud Stack 产品**，汇聚了京东在云计算和大数据领域多年技术积累的核心成果之一，包含 60 多个云计算平台资源产品，涵盖基础资源、弹性计算、网络、存储、数据库与缓存、互联网中间件、大数据、混合云、安全、网络流量接入、用户接入、后台管理平台、运维工具等各个层次，并通过统一的 JD Cloud Stack 服务目录向用户提供 IaaS、PaaS、SaaS、DaaS、AlaaS 等通用和定制化的云计算服务。

► **敏捷专有云版本 (JD Cloud Swift)**，产品主要面向政府和企业客户核心业务的上云需求，提供自主可控的数字化转型的全景技术平台，支持多种软硬件架构和全生命周期的解决方案，以持续支撑客户业务发展为目的，为用户提供稳定高效、开放兼容、可持续演进的新一代专有云产品。敏捷专有云支持信创体系的所有主流芯片、服务器、操作系统、中间件和应用，为政府和企业提供软硬件全栈自主可控的信创云平台。具有混合云管理、安全和合规、技术平台、集成平台、应用发布与应用生态统一管理，开箱即用、灵活部署等特点。

► **JD Cloud Mesh** 作为面向混合云以及多云场景提供的一整套产品，将基础设施、云原生技术、基础服务组件、应用治理、研发效能提升形成技术中台能力，过滤掉技术细节，提供简单一致、易于使用的技术底座，赋能业务，助力业务和数据中台的快速建设，快速验证。京东科技的混合云聚焦服务于政府、金融、零售、物流等行业客户。

- **异构资源纳管能力**：作为中立、开放平台，统一纳管 15+ 以上异构平台（主流公有云、主流虚拟化平台、OpenStack、Kubernetes、裸金属、边缘计算等），实现极简用户体验，有效提升资源利用率和管理效率。
- **跨平台数据治理，服务集成能力**：提供跨平台、跨部门、多维度、全流程融合的数据治理工具链。通过构建统一的用户权限平台，提供统一 API 能力，降低接入复杂度，帮助组织打造业务和数据闭环，快速移植原有应用，持续释放和挖掘数据价值，提效业务创新，支撑业务中台和数据中台建设。
- **数智化运营，全链路监控**：从运营智能化切入，提供对基础设施层、业务应用层、终端应用的全链路跟踪与分析，帮助客户打造业务大脑，并以此促进客户管理信息化和业务数字化效能的飞跃。



图 3.50 统一 T-PaaS 平台

5.1.2.2 统一 T-PaaS 平台

云舰 T-PaaS 是基于标准 Kubernetes 打造的云原生技术中台，在各种私有云、多云、混合云环境为客户提供一致的 PaaS 能力，涵盖数据库、中间件、存储、AI、IoT、移动开发、区块链、安全等十六大领域，是京东集团积累的 IT 能力和最佳实践对外输出的基础平台。

5.1.3 智能城市操作系统

智能城市操作系统的定位是在云之上、脑之下，是整个智能城市的数字基石，为城市提供基础大数据和 AI 能力。如果我们把云比成 PC 机，它提供了计算和存储单元，PC 机上的 Windows 就是城市的操作系统，它为城市量身订作组件和能力。Windows 上的 Office 就是城市大脑，它是个应用。智能城市操作系统实现了从数据采集、存储、管理、分析挖掘到服务的数据全生命周期管理，并构建了贯穿整个数据处理流程的数据安全和运维支撑体系，帮助城市沉淀数据资产，支撑城市智能化应用。

如上述系统架构图所示，京东智能城市操作系统特色体现如下：

► 全域感知 - 构建数据直通车，解决城市全域数据汇聚问题

针对城市数据汇聚困难、传统共享交换平台数据采集和汇聚效率低等问题，数据直通车作为一站式全域数据汇聚平台，提供各类数据采集接口和通道，实现城市状态的全域感知，以及对政务数据、时空数据、视频、图像、语音和文本数据的全量、高实时稳定的采集、汇聚。



图 3.51 京东智能城市操作系统架构图

► 高效管理 – 构建时空数据引擎，解决城市中海量时空数据管理难问题

针对城市中海量时空数据（IoT 设备、车辆、人流等）存在更新频率高、数据量大、结构复杂、查询模式独特、查询效率要求高等难点，时空数据引擎创新性地多源异构城市数据标准化为六种时空数据模型，实现多源数据通过时空的高效聚合，并自研时空数据压缩存储机制、索引机制、时空数据查询算法、时空数据分析算法等，相较业内其他时空数据框架，在数据压缩及查询效率上实现显著提升，高效支撑上层的数据分析和智能城市应用。

► 智能引擎 – 构建时空智能引擎，解决数据支撑赋能弱问题

针对城市治理过程中需要大规模时空预测、预警、辅助决策需求，时空智能引擎从城市应用中提炼出可复用的、面向城市应用的 AI 模块，如交通流量预测、人流聚集预警等，形成开放模块，使众多智能城市建设者像搭积木一样构建智能应用。时空智能引擎提供先进的自研时空特征仓库与时空算法仓库，在此基础上，构建包括时空预测引擎，异常检测引擎，联邦学习引擎，自动机器学习引擎，时空知识图谱引擎、强化学习引擎等多个子系统，提供分布式训练引擎、高性能推理引擎，支持各种异构计算资源和主流计算框架，实现了从 AI 算法的设计、探索、验证到部署、监控和运维的时空 AI 模型全生命周期管理。能够为智能城市时空 AI 各类场景提供完整的端到端人工智能引擎系统，高效完成 AI 建模、部署与运维。

► 互联互通 – 构建联邦数字网关，解决数据互通不足问题

针对由于数据隐私安全、商业利益保护、法律法规限制等导致的数据孤岛问题，联邦数字网关基于联邦学习、隐私计算等先进技术，在传输安全、存储安全、计算安全、部署安全多重安全防护机制下，通过项目建立、数据配置、数据字段共享、跨域训练、模型发布、批量数据推理、在线服务调用七大步骤，较为全面的覆盖了跨域数据融合、训练、推断、结果输出等业务场景，实现跨机构多平台数据的智能安全流转、共享和跨域建模，拥有安全可信、场景多样、精度无损、简单易用、轻量部署、可信分润等六大优势。

► 数字孪生 – 构建可视化莫奈视窗，实现城市数字孪生

依托底层时空数据引擎和时空智能引擎，城市操作系统利用莫奈视窗将海量枯燥的数据快速高效的转化为直观清晰、极致酷炫的视觉场景，把数据中所蕴含态势与价值更直观、全面的呈现，帮助政府快速发现数据潜在价值，真正实现数字孪生。

5.1.4 京东市域治理现代化平台

京东仓灵（京东市域治理现代化平台）面向各级城市管理者、架构于各部门已有系统之上、解决跨委办局的业务痛点，围绕汇聚共享、集约服务、智能搜索、分析研判、监测预警、联动指挥、行政问效等核心功能，助力政府决策科学化、市域治理精准化、公共服务高效化，提升市域治理体系和治理能力的现代化水平。

局的业务痛点，围绕汇聚共享、集约服务、智能搜索、分析研判、监测预警、联动指挥、行政问效等核心功能，助力政府决策科学化、市域治理精准化、公共服务高效化，提升市域治理体系和治理能力的现代化水平。

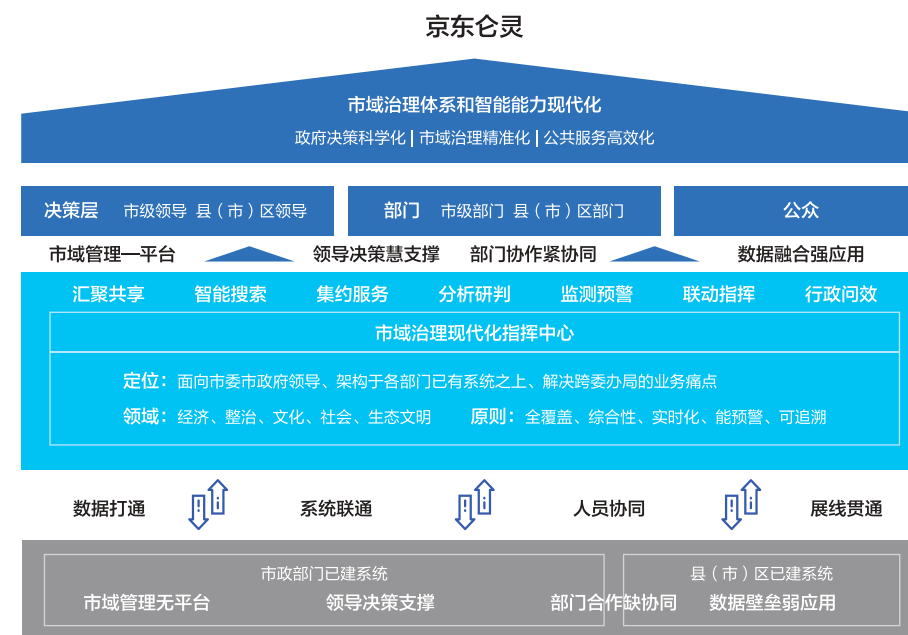


图 3.2 京东市域治理现代化平台

► 京东仓灵核心价值

京东仓灵是京东精心打造的市域治理现代化平台，面向各级城市管理者、架构于各部门已有系统之上、解决跨委办局的业务痛点，围绕汇聚共享、集约服务、智能搜索、分析研判、监测预警、联动指挥、行政问效等核心功能，助力政府决策科学化、市域治理精准化、公共服务高效化，助力政府市域治理现代化水平的提升。

► 京东仓灵的核心功能

监测预警系统：基于跨部门的数据融合，以时空大数据算法为核心，结合京东城市丰富的应用模型库，针对各类业务需求提供风险识别和预判，全面覆盖公共安全、城市管理、城市服务、经济运行等关键领域，构建全景、实时、跨部门的市域治理监测预警体系。

分析研判系统：利用智能交互式数据查询管理工具，融合分析海量多源数据，结合各领域顶级专家行业知识，形成具有前瞻性、针对性、实用性的辅助决策大屏和报告，实现针对城市运行管理、社情民意调查、经济发展规划、重大问题决策等方面的辅助支撑和深度剖析。

联动闭环系统：针对跨地区、跨部门协同效率低下等市域治理中的痛点问题，通过人工智能和大数据技术，采用事件辩重、AI智能分拨、动态工作流体系等手段，构建事件接报，联动指挥，行政问效的闭环体系，实现“一门受理、一体派单、分别处置、实时监控、结果反馈、行政问效”。

危化品全流程监管应用：利用多源数据融合、时空数据分析等先进技术，构建危化品全流程监管应用，对危化品生产、使用、运输、经营、存储、处置等环节潜在的隐患进行实时监测预警、信息推送、效果跟踪，并汇聚危化品跨部门、跨系统全量数据，构建危化品全息档案共享平台。

► 京东仓灵核心亮点

和城市计算方法论相对应，以京东仓灵为核心产品的市域治理现代化落地实现，有六大核心亮点：

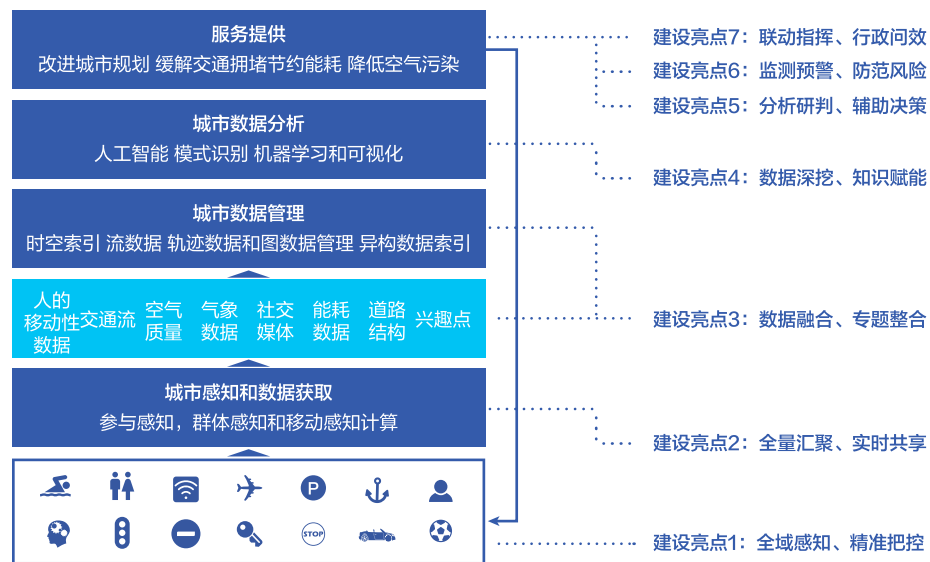
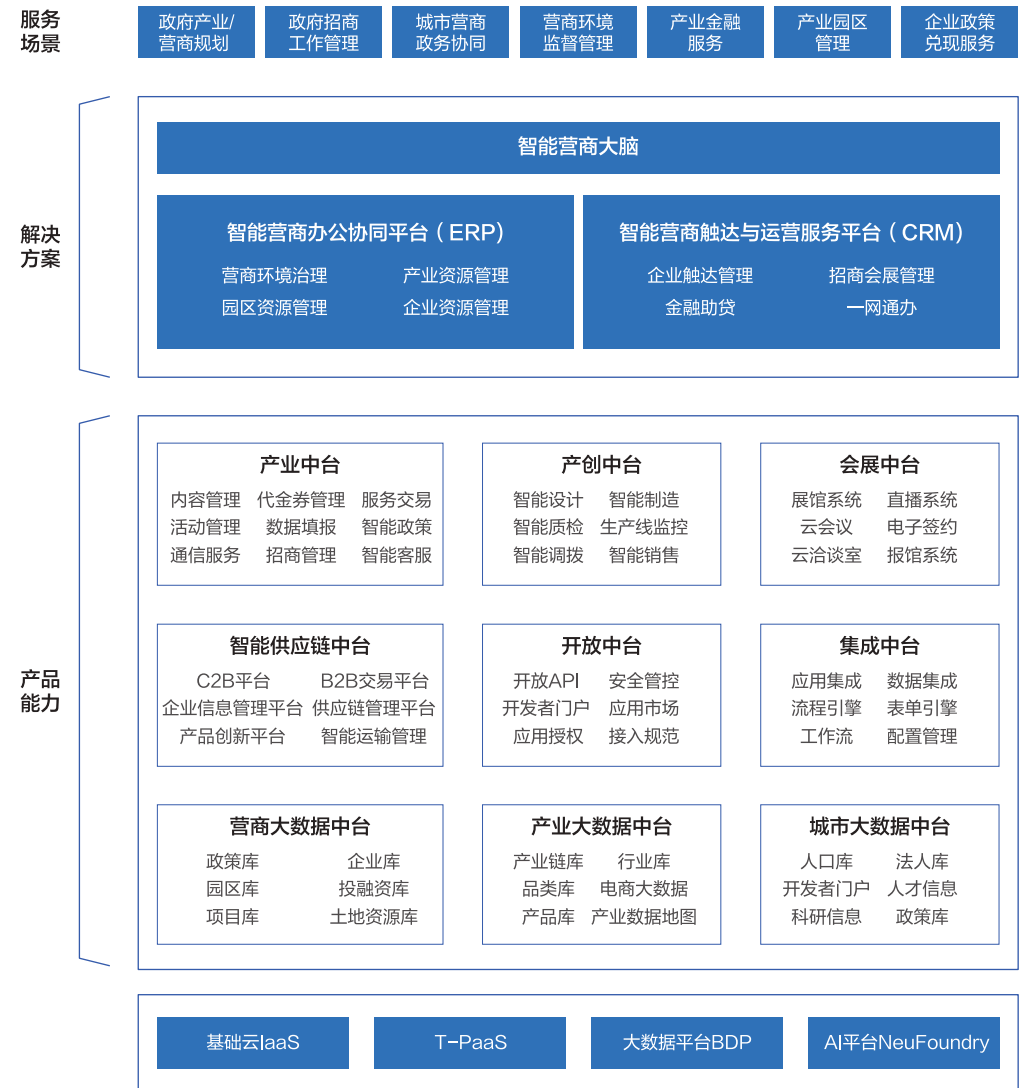


图 3.53 京东仓灵核心亮点

企业提供“产业诊断、企业锁定、精准推送、智能匹配、政企互动、全生命周期管理”等招商服务和营商环境优化服务；同时，通过线下辅助招商活动，提供线上线下招商服务的联动，有效连接政府与企业，使得招商工作提质增效，利用技术手段实现招商方式数字化、精准化、高效化、定制化、品质化的升级。



3.54 营商云总体架构图

5.1.5 AI+ 产业发展

5.1.5.1 营商云

京东营商云平台以“云计算、大数据、人工智能”技术为支撑，有效聚合产业多维度数据资源，基于城市产业链构建“政策库、产业库、企业库、园区库、项目库”等招商专题库，通过采用人工智能算法，为政府、

核心价值：摸得清，政府能够明确城市主导产业结构，“摸清”特色产业链；找得准，将招商信息精准触达给目标企业，实现政府与企业的精准匹配；招得来，为企业提供全方位的招商服务，提升招商成功率；留得住：为入驻企业提供“品牌、营销、运营、金融、孵化创新”等相关配套服务，使企业不仅“留得住”，并且“过得好”。

5.1.5.2 产业大数据

京东产业大数据平台包含特色产业数据采集、产业数据库、产业数据监管与服务三部分。通过构建城市特色产业统一数据库，整合本地重点关注的产业品类，如蔬菜（菜心、生菜、花椰菜、马铃薯等）、水果、花卉等品类，打通生产、加工、仓储、物流、销售、消费全产业链数据资源，形成全方位、立体化的产业数据分析，面向政府、企业和市民提供主导产业监测、产业分析、便民应用等方向的应用；助力政府加速实现产业管理数字化、政策制定科学化、决策依据数据化。

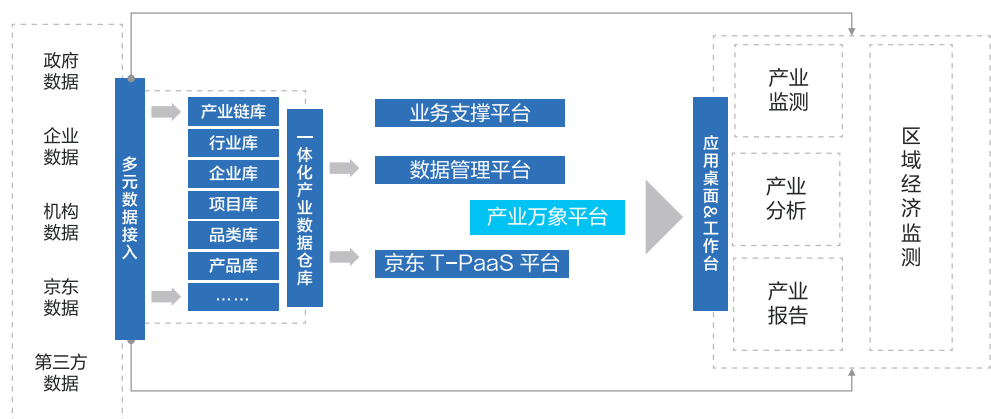


图 3.55 产业大数据

核心价值：提高城市产业数字经济基础服务能力，通过产业数据资源的指导应用和赋能，使企业供给侧产品设计更加靶向化，更加关注消费人群、消费市场的偏好，能够更加准确的把握市场价格及上下游供需；助力政府加速实现产业管理数字化、政策制定科学化、决策依据数据化，使各行业主管部门业务运转更加高效，便于及时获取大量产业趋势、重点企业动态、供需匹配信息，切实增强对潜在产业链风险的发现、预警和控制能力，为经济建设创造良好环境。

5.1.5.3 企业综合服务

针对政府服务地方产业的诉求，搭建企业综合服务平台，与政府各级企业服务平台整合打通形成统一的城市级企业服务入口，并通过创新的政企服务、产业数字服务、金融服务等，打造高质量的产业/企业服务，促进企业的活跃使用，并最终实现地方产业服务的高效化和产业高质量发展。

- 在政府端，针对精准施策、行政问效和补贴发放等场景，企业综合服务平台可提供政策兑现等精准施策工具、基于多源数据融合的企业监测和产业分析、以及将金融工具与补贴发放结合，帮助政府实现产业服务高效化，带动区域产业高质量发展，最终实现地方经济提升和税收增加。

- 在企业端，针对政企办事繁杂、企业决策受限自身视野、企业生产经营融资等场景，企业综合服务平台可提供一站式政企服务、包含宏观中观微观的企业数据服务、以及结合政策补贴的个性化金融产品，帮助企业真正实现降本增效和贸易提升，实现规上企业扶持和地方产业发展。

企业综合服务平台以轻量级和易维护、易迭代的方式可快速对接现有各业务系统，也可纵向深入到单个领域中深挖产业需求，定制化开发，形成具有产业深度的解决方案。

5.1.6 生活方式服务业

“生活方式服务业”平台融合线上线下各方数据，针对居民“吃、住、行、游、娱、购”等消费场景，利用京东综合业务能力，打造可持续运营的生活方式服务业平台，实现统一用户账号、账户、会员体系。助力政府获取高质量决策辅助支持，提高税收和社会消费品零售总额；帮助商家引流获客，降本增效，提高收入；为居民提供更好的民生服务，满足居民消费升级需求。

5.1.6.1 智能社区

以社区数据计算平台为基础，APP/小程序/H5 为用户触达场景，以移动物联网为依托，通过物联网、大数据等新一代信息技术，将居民生活、物业服务、社区服务等相关联，为居民提供便捷、丰富、安全和幸福的便民生活服务，为物业和社区管理提供智能化的信息管理，形成和谐的社区管理形态和生活环境。

5.1.6.2 智能景区

围绕数字化支撑业务发展的重点问题，制定分步计划，建设好智能景区的底座，为后续业务扩展系统升级做好支撑，同时开展部分创新应用，在营销、运营管理上选择示范点突破，先行先试成熟后逐步推广。

数据驱动。建设智能景区，实现数据互通互联，拥有数据能力即拥有上帝视角，可以看清业务，洞悉业务，指导业务，创造业务。只有打通数据孤岛，建立时空数据管理平台，聚合和治理跨域数据，将数据抽象封装成服务，形成数据中台，提供给前台实现业务价值，从而推动景区在运营管理、辅助决策上真正的实现智能化。

精准营销。营销智慧化则不仅仅包括对外营销传播和销售的智慧化，也包括了在服务过程中设计的营销关键点（如景区内分享传播设备等），同时，在管理过程中也应包含营销理念的设计。将旗下各景区、各业务板块的管理数据、运营数据、销售数据、服务数据以标准化为抓手，以智能化建设为契机，建议智能景区管控决策体系。

智能管控。管理智能化为综合体保障了软硬件设备的设计最优化、运行最优化，有效控制了景区运营成

本，提升运营效率；而服务智慧化为消费者提供最优品质的智能服务，有效提升服务满意度，为综合体的品牌口碑提供了有力的保障。

5.1.6.3 智能商业街

利用京东商城操作系统打通商业街各类数据，叠加零售、物流和金融的组件能力，结合京东会员体系、积分体系、金融体系、优惠券体系和服务体系，打造智能商业街；帮助消费者在商业街获得更好的消费体验，包括更少的等待时间、更优惠的价格和更新奇的体验；帮助商业街的商家以更低的成本获得客源和资金扶持，提升销售业绩；帮助政府更加安全、有效的管理商业街、对外提升商业街品牌并带动税收。同时智能商业街也是一个开放的生态，未来要进入商业街的企业也可利用平台上的组件能力快速开发各自的应用，形成一个更加丰富的商业街产业。

5.1.6.4 智慧教育

结合京东平台优势资源，重点促进以智慧校园、产教融合（电子商务、人工智能、智慧物流、云计算大数据专业）、在线网校、智慧人才等为代表的前沿信息技术与现代制造业、生产性服务业等行业的融合创新，加快进行新业态及新经济下的高端人才培养体系建设。培养内心丰盈、外在舒展，独立思考、积极行动、立足未来的成长型、智慧型人才。



图 3.56 智慧教育总体架构图

核心价值：京东智慧教育实现数据统一、用户统一、入口统一、界面统一、基础平台统一、运维统一，对接汇聚各系统的数据，对各系统数据实现连接和汇聚，打破数据孤岛，实现数据有效互联互通，为各系统提供底层数据支持；改善优化本地人才就业环境，助力地区学习型城市的建设，增强当地经济发展动力。

5.1.6.5 智能园区

京东智能园区管理系统，以先进的人工智能技术为核心，结合大数据、云计算、物联网、移动互联网等新一代技术应用，基于以人为本的建设理念，结合先进的人脸识别、车牌识别技术与智能设备，在通行、访客、停车管理等场景，帮助运营更方便的管理园区出入人员与车辆，覆盖园区楼宇全场景的智能化管理系统。



图 3.57 智能园区总体架构图

核心价值：提升园区的管理水平及服务能力，降低园区运营成本；提高基础设施的运行保障能力；构建和谐、安全的园区，实现园区经济发展、社会事务、个人生活达到和谐统一。

5.1.7 智能城市入口

城市入口以更落地、更具体、更实际、更统一的方式向人民、企业、政府提供一站式的政务、生活等服务。以人为本，连接深化推动各系统打通，实现物理空间和数字空间的融合协同。

整合与民众日常生活高度相关的民生场景，运用移动技术、人工智能、风险管控、区块链等技术，整合各部门、各领域现有公共服务入口，集成公共服务内容，建设一体化市民服务平台，汇聚用户使用频率高、需求量大的服务事项，打造包括在线平台、APP 和小程序等多种渠道的线上线下一体化超级应用服务体系。

5.1.7.1 政务服务

智能政务办公平台立足“互联网政务协同办公平台”定位，按照“前台至简、后台丰富、具备 AI 自主服务能力”理念，覆盖防控抗疫、社区民生等场景，服务市、区、街、居四级联动、上下贯通的纵向指挥需求，打造以协同为核心的智能政务办公平台。

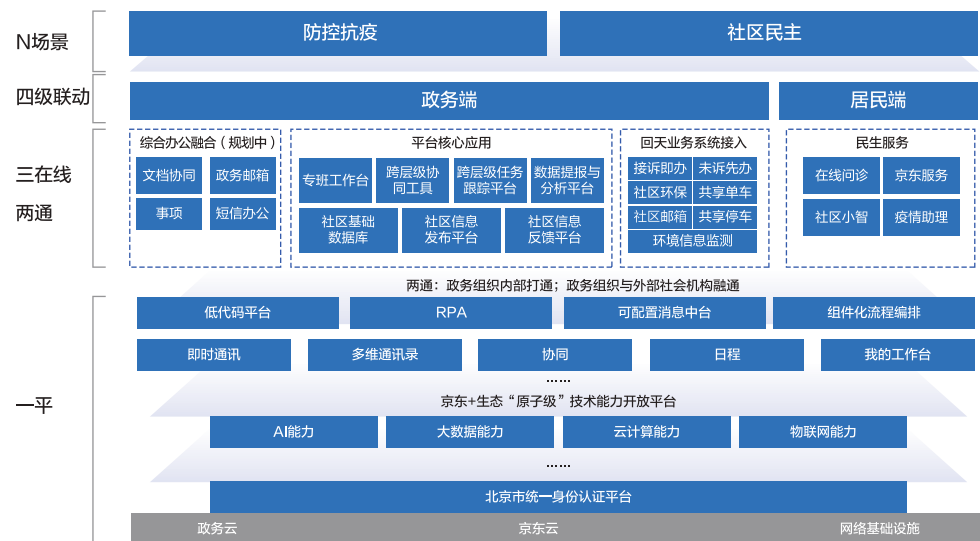


图 3.58 智能政务办公平台总体架构图

智能政务办公平台建立在京东云上，可对接统一身份认证平台，结合京东丰富的原子能力以及低代码平台，实现政务组织内外打通以及外部社会机构融通，为政务办公提供统一的技术平台。平台承载着“政务端”和“居民端”，“政务端”包括由京东建设的基于四级核心应用，以及接入的业务系统，综合办公系统融合目前正在规划中；“居民端”提供了京东优质的民生服务。智能政务平台在保障安全基础上，提供产品的5大模块和业务的6个能力。5大模块包括“即时通讯”、“多维通讯录”、“协同”、“日程”、“我的工作台”，支撑政务业务持续发展。

- **业务门户（协同）**。以事为中心，提供统一的业务协同入口。内置京东自建的“专班工作台”、“任务跟踪”等平台核心应用，支撑四级联动场景落地；支持外接委办局、生态伙伴各自的业务系统。
- **沟通门户（即时通讯）**。通过消息触达人，可随时发起音视频会议、文档协同，并支持任务、日程派发，保障安全高效沟通。
- **组织门户（多维通讯录）**。通过组织关联事项，支持实体组织、虚拟组织、专班等多种人员组织形式，基于智能标签和智能推荐实现智能快速找人办事。
- **计划门户（日程）**。通过计划关联人，聚合日程和会议安排，支持文档协同、到期提醒等能力，确保工作不遗漏，并可支持日程开放范围权限控制。
- **我的门户（千人千面工作台）**。通过“我的”来聚合，通过主动过滤和推荐实现千人千面，提升协同办公效率。

- **6大能力**包括“建立专班”、“纵向指挥”、“任务跟踪”、“吹哨报到”、“数据提报”、“实时督办”，在防控抗疫、社区民生两个场景得到应用验证，未来逐步向多场景延伸。



图 3.59 智能政务办公平台五大模块

智能政务办公平台亮点：

- **实现跨市、区、街、居四级联动并拓展至居民。**
以手机端为主，建设可移动的“政务端”与“居民端”，支撑四级联动场景落地并拓展居民服务。依托在京企业和京东资源优势，助力社会共建、共治。
- **构建安全稳定、分层分级的办公环境。**
平台支持私有化部署，终端设备支持远程管控，并对业务执行、数据传输和存储进行安全保护，同时支持新设备认证、丢失远程信息擦除、防止截屏录屏、信息阅后即焚、本地数据隔离加密存储等；适配国产软硬件，满足安全可控要求；组织架构分层分级管控，支持可见范围设置，保障组织信息安全。
- **智能化升级，推进 AI 主动服务模式落地。**
以协同、业务数据为基础，以智能标签和机器学习为手段，构建和演进组织、人、事、物画像，建设政务业务知识图谱，实现对人、事项、文档等内容的主动推荐和精准搜索，推进“人找事”升级为“事找人”，并赋能三方应用。

● **推进数据融通，实现跨层级数据提报与共享。**

获取社区和居民基础数据，如人口、房屋、车辆等信息，标签化后沉淀到“社区基础数据库”，为市大数据平台补充“城市毛细血管”数据，为城市精细化治理、精准服务提供数据支持。

● **融合开放，与伙伴共建、共治、共享。**

基于全市信息化建设框架，对接统一身份认证平台，支持 CA 和公务员邮箱登录；融合城市政务协同办公平台（综合办公），充分利用已建成的政务邮箱、视频会议等应用；对接目录区块链、领导驾驶舱等已建成政务业务系统资源；提供开放平台快速集成各委办局的专项应用及生态应用，不断繁荣政府业务生态。

● **双端部署，政务云和京东云两套系统。**

在政务云和京东云上部署了智能政务办公平台，打通政务外网和互联网形成五级联动，同时也确保了政务端和居民端的信息隔离，保证政务信息安全。

5.1.7.2 民生服务

民生服务更多的聚焦于人民群众的日常生活事项。那么，体现在城市入口中就是要向人民群众更便捷、更简单、更高效的生活类服务。整个民生服务将分为两大模块：

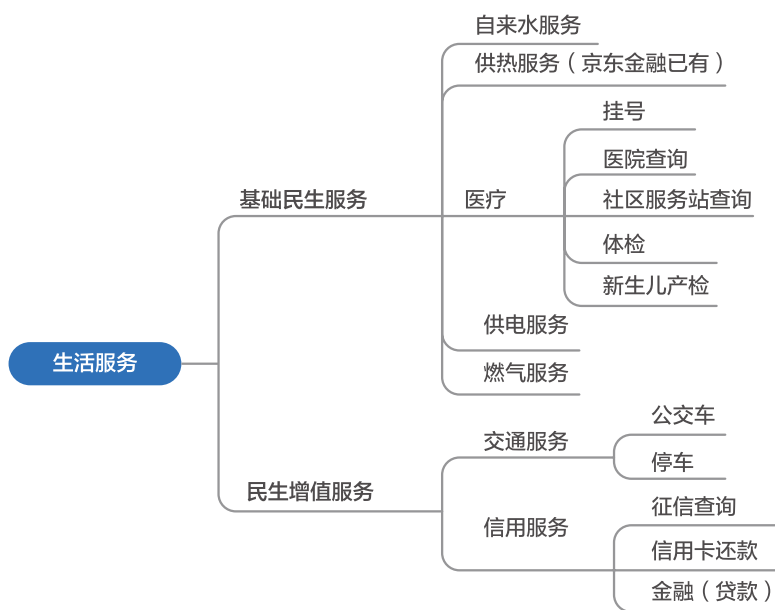


图 3.60 民生服务内容

基础民生服务

主要聚焦于水、电、燃气、供暖、医疗等居民生活必须服务。真正做到“数据多计算、居民少跑腿”的服务理念。通过“城市入口”实现指尖生活、指尖办事的效果。

民生增值服务

城市入口联合其他社会资源为当地居民提供高价值、高品质的特殊的增值类服务。并根据本市的生产特点，更有针对性的提供相应的辅助服务。其中包括：

- **交通服务**：搭建基础智慧停车的功能服务，线上线下共同建设。线下，我们将通过物联网、车辆识别、OCR 等技术，能够智能的识别车辆的进出。线上，我们能够通过更直观的图形化的方式一键查看某个停车场的饱和情况。并且通过线上线下打通的方式，可以做到一键预约停车位的功能。
- **金融服务**：城市入口中所提供的金融服务将联合安全的社会或国家机构，向用户提供超越其他商业化金融产品的服务。面对个人用户，提供包括个人征信查询、信用卡账单查询、信用卡代还等服务。联合地方政府建立统一监管金融服务数据库。全生命周期的保证个人隐私安全。

5.2 京东智能城市落地模式：“技术 + 产业 + 生态”

京东立足城市发展实际，以城市为中心落地智能城市服务主体，引入专业技术人员及服务资源，提供本地化的运营与服务，依托全国 50+ 城市合作构建的全国技术产业一张网，通过数字产业的创新服务，为本地集聚数字产业生态。

▶ **建设新型数字基础设施**：京东联合本地政府共建云计算和大数据基地，打造城市数字基础设施，形成多级城市结点，通过与京东公有云联动，构建一张覆盖全国的智能城市干线网络。加速人才、数据、资金的高效流转和科学配置，让城市有机会获得一流的资源和服务，助力城市在数字经济时代实现弯道超车。

▶ **落地智能城市服务主体**：京东定位作为地方政府智能城市建设和运营合伙人，通过数字经济产业园，在本地落地注册京东的全资子公司实现消费转投资的本地纳税，同时在智能城市建设过程中为本地搭建数字经济人才体系，培养技术人才和运营人才，促进当地就业；通过京东的龙头带动、要素补齐、生态孵化、运营支撑聚集产业链的相关企业在本落地，形成特色产业集群。

▶ **运营城市优势产业**，京东帮助政府构建线上线下一体化的城市产业运营平台，打造产业招商、业务运营、品牌推广、产业创新 4 大新经济产业运营体系。整合电商、物流 O2O、金融、技术等全产业链产业合作体系，围绕当地特色产业发展方向，与地方政府共同构建产业新生态；构建要素补齐与逆向创新相结合的城市产业创新孵化模式。

▶ **生态建设方面**，京东将技术和产业进行更紧密的场景联结，围绕智能城市与生态合作伙伴一起共同构建能力生态、业务生态和平台生态。为智能城市建设和发展提供完善的全方位的解决方案和服务。京东通过战略投资、项目合作、现金激励等方式，与合作伙伴共同推进数字化转型和产业的结合，共同落地“技术 + 产业 + 生态”的智能城市建设模式。比如：京东和中国人民银行达成合作，以区块链、AI 技术为基础，共同推进数字人民币钱包生态建设。

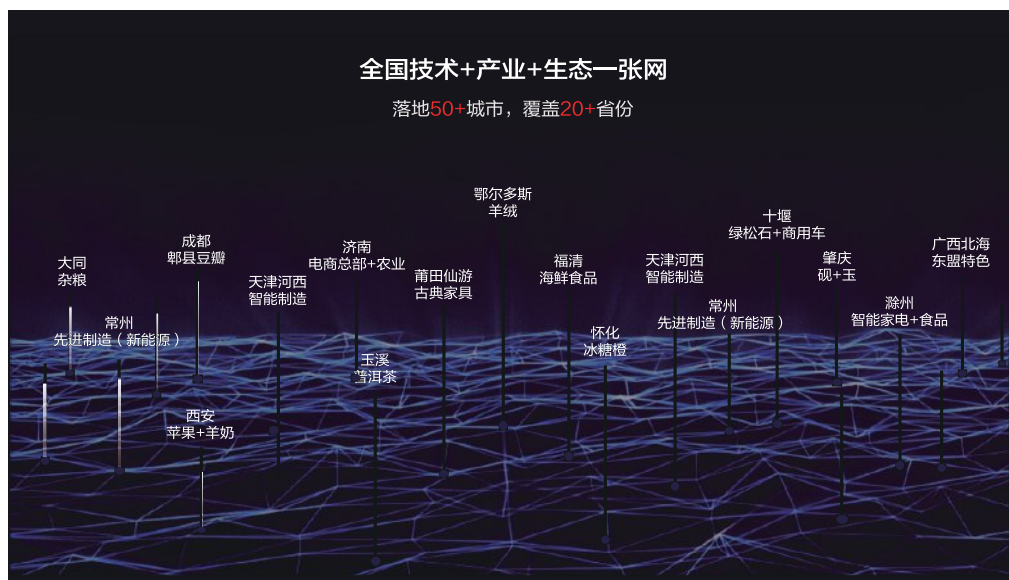


图 3.61 全国技术 + 产业 + 生态一张网

5.3 京东智能城市案例

5.3.1 雄安新区块数据平台

雄安新区块数据平台是基于京东城市操作系统打造的数字孪生城市的数字底座，承担汇聚新区全域数据，统筹新区数据管理，实现新区 AI 赋能、数据融合应用和统一数据服务的重要任务，支撑雄安新区数字孪生城市与物理城市的同步规划、同步建设，实现了数据资源“采、治、管、用”全流程业务服务。

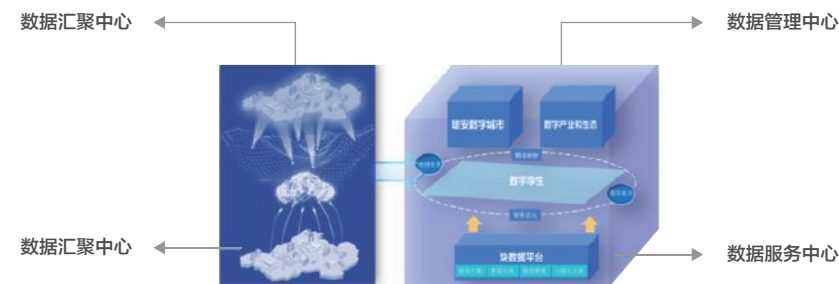


图 3.62 块数据平台

如图所示，块数据平台作为雄安新区城市大数据资源中心的实际载体，为雄安新区构建了数据汇聚中心、数据管理中心、数据服务中心和 AI 赋能中心。

- **数据汇聚中心**：块数据库服务实现了数据共生，承载新区管委会委办局几十个系统、并且汇集雄安三县委办局的历史数据和实时接入社会企业数据。
- **数据管理中心**：依据雄安智能城市数据标准，编目雄安信息资源、数万资源项，实现精细化的数据治理。
- **AI 赋能中心**：利用操作系统的时空 AI 工作室深度开发数据应用，规划城市在线，预测城市未来。
- **数据服务中心**：块数据平台提供了上百数据服务接口，通过数据可视化服务将海量枯燥的数据快速高效转化为直观清晰、极致酷炫的视觉场景。

5.3.2 南通市域治理现代化指挥中心

面向南通市委市政府领导、架构于各部门现有系统之上、解决跨三个以上委办局业务协同的痛点。以城市操作系统为“数字底座”，具备“分析研判辅助决策”、“监测预警防范风险”、“联动指挥行政问效”等三大核心功能，全量汇聚市级数十个委办局、纵向十余个区县等多个数据源，打造了一批如危化品全流程管理、群租房监管等跨部门的创新应用，可准确及时进行预判预警，为精细精准管理提供决策支持。

南通市域治理现代化项目成果显著，助力南通打造了全国首个市域治理现代化指挥中心；汇聚了南通 75 个部门数十亿量级数据，构建市域治理 1 张总图及党建、高质量发展、交通、警务、城市管理、应急管理 16 张专题图，城市管理者可对城市运行的方方面面实现“一屏统揽”；打造包含 1 个市级指挥中心、10 个县市区及指挥中心和 96 个乡镇街道工作站的市、县、乡三级联动指挥体系，实现全市域事件“一门受理、一体派单、分别处置、实时监控、结果反馈、行政问效”，平时支持全市事件的日常协同，战时支持应急指挥，具备一键调度和极端场景下的跨层级单兵指挥能力，其中通过 AI 技术简化派单流程，每单下派时间可节约 30 秒；打通危化品监管相关 9 个委办局、3 个化工园区的 18 个业务系统数据，打破了“九龙治水”的局面。

► 一批覆盖“一核两翼”的北京市市域治理体系典型综合应用

疫情期间为经开区打造数字防疫智能平台“战疫金盾”，实现疫情防控、精准帮扶、复工复产，为服务企业、社会精准治理提供支撑；协助公安部门搭建针对高危人群的态势感知和重点人员轨迹系统，以优于传统技术 100 倍的时空大数据引擎分析技术，精准追踪密接人员；借力“北京消费季”，以“万物复苏、再燃热爱”活动亮相引爆王府井数字双街建设，打造中国首条“线上线下融合的数字化商业街”；与首旅集团共同规划、打造“生活方式服务业智能经济体八梁八柱”一体化经济体，在“客流-商流-物流-资金流-信息流”五个经营要素提供全面服务，打造线上线下融合的智能服务场景，把北京打造成具有国际影响力的消费枢纽城市。

5.3.3 云上宿迁

京东以云计算和大数据为基础，通过“要素补齐”、“生态孵化”、“运营支撑”，帮助宿迁市政府打造城市数字基础平台，建设云上宿迁（京东云华东数据中心）和云上产业（宿迁电子商务产业园）。

► 云上宿迁

依托京东华东数据中心，助力宿迁市政府将多个已经建设完成的电子政务系统以及各部门服务器资源进行整合集中云化，解决各部门自成体系的信息孤岛问题，为电子政务业务进一步整合奠定基础。目前已完成 211 个政务应用系统上云，全市 99.4% 自建系统已上云，覆盖 67 个委办局。形成全市统一数据共享支撑平台和交换体系，构成了智能城市的一级平台。目前政务数据已归集包括不动产、公积金、人社等高价价值量在内的相关结构化数据超 15 亿条。宿迁市政务系统运营成本降低 70%，效率提升 30% 以上。2018 年 8 月宿迁市电子政务办公室荣获“可信云十大用户奖”，并同时通过“政务云综合水平评估”、“可信政务云评估”。宿迁政务云更作为优秀案例入选“中国政务云发展白皮书”及 IDC《政务云建设模式及典型案例研究，2018》报告等。2019 年 8 月在工信部信通院组织召开的可信云大会上宿迁市政务云获得了“十佳政务云”；京东的大数据平台产品凭借在宿迁大数据中心项目的成功应用被工信部评为优秀案例，并在工信部官网上进行公示，同时该平台在贵州举行的数博会上被评选为十佳优秀案例。

► 云上产业

京东帮助宿迁建设电子商务产业园，重点规划建设“五区一基地”，分别为电商核心区、展示交易体验区、电商物流区、物流监管区、配套服务区和大数据分析基地、同时规划了物流仓储服务、互联网金融服务、创新产业孵化服务、电商运营服务、定制经济示范服务和信息服务六大服务平台。目前，宿迁电子商务产业园区已包含呼叫中心、物流仓储、电商运营、物联网智能制造和互联网金融一体的 3+2 产业集群，培育壮大智能制造、手游动漫、互联网金融等特色产业，形成了千亿电商产业聚集规模。

5.3.4 云聚北海

京东以“技术+产业+生态”的合作理念，与北海共建“一基地+三中心”，即云计算大数据产业基地、云计算大数据中心、北部湾数字经济示范中心、北海产业创新中心。搭建数字基础设施，打造数字经济产业园，打造面向广西乃至全国、东盟有重要影响力的数字经济产业聚集区。

► 搭平台

建设北海市产业大数据平台，将产业发展的各环节有效的结合起来，为产业补链、延链、强链指明方向。实现政府工作的线上化、流程化、数据化和可视化，提高政府工作效率及企业服务能力。

建设北海城市产业服务平台，通过产业资源平台化、产业服务数字化、产业管理智能化，增强产业聚集、企业服务、产业管理能力，实现产业集聚。

► 一基地

落地云计算大数据产业基地，推动城市管理、公共服务、产业发展等方面全方位智能应用，实现城市运行态势呈现、监测预警、联动指挥、分析决策的多元化服务。

► 三中心

云计算大数据中心，构建起一张覆盖全国的智能城市骨干网络，向北海市开放数据资源载体，推进北海市政府政务、电商、旅游、医疗、教育等业务发展，实现数据对接和数据服务。

北部湾数字经济示范中心，提供产业大数据分析、生态伙伴引入、绿色通道打通、平台技术能力输出、人才体系建设等方面的优质服务，打造了北部湾地区实体经济与数字经济结合的典范与地方特色产业发展新模式。

北海产业创新中心，整合高端专家资源，建立智库团队，开展北海战略新兴产业政策、研究和制定，制定，加快北部湾数字经济产业集聚；建立新经济人才培养中心，通过校企合作，培养了更多高素质、高技能的应用型人才。

06

未来展望

在未来的智能城市当中，数智化会供应链的 5D 属性将给政府、企业和个人产生巨大的价值。Deep Connectivity 将体现在人们出行、生活的方方面面，万物互联的城市将产生海量的生活、产业、交通、家居的 Deep Data，通过具有 Deep Tech 属性的基础设施、基础算力的保障，将为整个城市改造成 Deep Intelligence 的形式，最终建立完善的综合管理、经济、民生、生态和基础系统，为社会问题提出更加合理的解决方案，提供持续性的经济支撑和发展动力，最终在整个社会中实现善政、兴业、惠民与共生。



图 3.63 未来智能城市

卷尾语

随着社会数智化程度不断提高，数智化社会供应链将成为数字社会建设的坚实基础。放眼未来，作为数智化社会供应链发展的核心技术——人工智能、物联网、区块链、自主系统和下一代计算，将支撑数智化社会供应链 5D 属性的实现。同时，随着关键科学技术的不断突破，科技更加遵守“以人为本、科技向善”的基本原则，突出科技人文关怀及价值创造，驱动人类社会向更高效、更和谐、更公平的社会新秩序方向演进。

科技人文价值、伦理体系建设，推动科技可持续发展

科技活动以探索知识边界为主要目标，旨在为人类提供更加便捷、实用、高效的生产工具和多样化的产品与服务。数智化社会必须建立在“科技活动以人为本”的可持续发展基础上，确保科技不只局限于扩展技术的能力和边界，更要突出科技人文价值。因此，人类需要在技术研发与合理使用、人文司法和数据隐私及风险防控等层面占有主导地位，赋予科技促进社会变革的权利，践行科技创造美好社会的使命。

在技术研发及合理使用层面，人工智能、自主系统等技术不断增强机器“思考”能力，开发有益于人类而非控制人类的机器智能。因此，遵循科技发展“以人为本”的原则，合理控制机器的能力边界，保证人类不被生产结构性调整所带来的社会问题所困扰，更有益于数智化社会高效发展。

在人文司法层面，任何有关智能体的司法判决都需要参与方提供科学合理的解释。这需要社会各方共同努力去完善科技司法体系，在科技产品研发者与法律制定者之间建立有效的交流机制，保证司法判决与技术的适配性，使任何一条司法解释都能被参与方所接受。

在数据隐私及风险防控层面，大数据在提供优质服务的同时，也存在着数据隐私泄露的风险。人类在利用科技的同时，需要制定数据使用的安全防范机制，建立数据安全标准，确保技术安全、可靠、可控发展。

科技创新、数智化社会供应链体系建设，推动社会秩序变革

人工智能、物联网、区块链、自主系统和下一代计算等科技已经成为一种改造社会的生产力。从降本增效逐渐辐射到生产关系与生产管理的改造，从一个产业逐渐辐射到多个产业，乃至整个社会，五大技术融合发展推动着数智化社会供应链的生产、服务、流通体系一体化发展，促进社会秩序的变革，有效地解决了社会各类矛盾，建立了高效、和谐和公平的新型社会秩序。

4

卷尾语

高效：高效是新型社会秩序的基本状态，利用大数据、人工智能、物联网等技术提升社会运行效率，包括高效的供需匹配、资源匹配和市域治理等。在社会供需匹配环节，消费者的各类需求在用户和商家之间快速流转，C2M的生产模式保障消费者需求得到快速应答，满足消费者不断变化的个性化需求。在资源匹配环节，数智化供应链促进社会资源高效流转，精准的大数据分析、人工智能和多任务协同等技术，共同驱动物流、教育、医疗等社会资源的合理分配和高效运转。在市域治理环节，尖端科技渗透到社会治理的各个阶段，实现社会的分层管理和互联互通，提供市域治理精准预警、高效研判、协同决策等保障。

和谐：和谐有序是新型社会秩序的基本要求，消除人与人、人与社会、人与自然之间矛盾，实现供应链和谐、产业和谐、人与自然和谐。在供应链和谐层面，生产、供应、物流、零售等上下游产业将以开放、共享、共建的模式形成共识，运用科技共同打造数智化社会供应链体系。在产业和谐层面，不同产业的资源和配置相互扶持，相互协同，促进不同产业的合理分工，优化产业链结构。在人与自然和谐层面，科技力量保障人类社会和自然环境和谐发展，新能源的开发、污染治理技术的发展和环境监测技术的应用都在不断推动社会向绿色、可循环、低碳的节约型社会体系转变。

公平：公平是新型社会秩序的基本体现，技术的发展可以促进资源和收入的公平合理分配。在社会资源公平合理配置方面，互联网、大数据等技术促进了教育、医疗等社会资源信息标准化，公开化，透明化，令每个人都有平等接触社会资源的权利。另外，数智化社会供应链促使社会各方资源逐渐向基层延伸，逐渐缩小地域因素导致的社会资源差异，达成资源的公平合理分配。在收入公平分配方面，虽然我国人民总体收入不断提高，但城乡之间、地区之间仍然存在较大差距。技术的不断发展可以帮助低收入人群获得更多资源，缩小贫富差距，实现社会收入的公平分配，形成开放、透明的社会秩序。

新社会秩序的建立是一个量变到质变的过程，通过技术赋能场景，场景打磨技术的双向循环来实现。在这一过程中，各项技术共同发展，促进社会秩序的高效、和谐、公平发展。在技术驱动下，消费与生产、城市发展与治理、人类活动与生态环境都将和谐共荣、安定有序。京东坚守技术推动创新的初心，与社会各界并肩而行，推动、打造数智化社会供应链体系，致力于实现更加开放透明、高效协同的美好社会愿景。

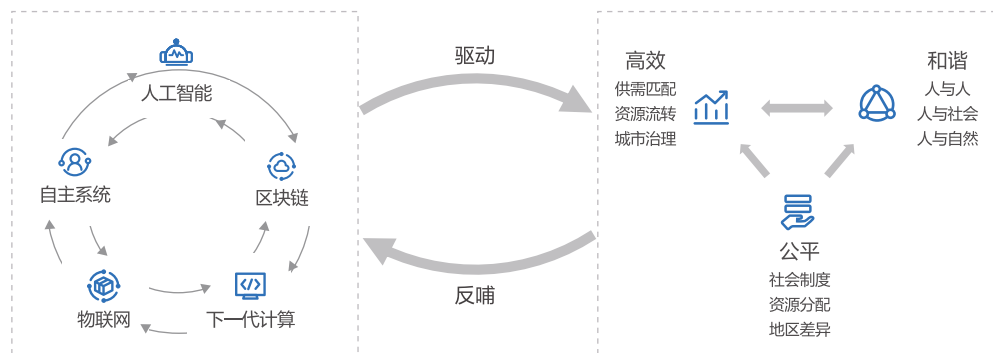


图 4.1 技术与社会发展关系

5

参考文献

参考文献

- [1] 《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》，中共中央，2020
http://www.gov.cn/zhengce/2020-11/03/content_5556991.htm
- [2] 王一鸣. “供应链数智化对构建新发展格局具有重大影响”，新发展格局下数智化供应链开放价值学术研讨会，北京，2020
- [3] 《2019年中国人工智能产业研究报告》(2019年)，艾瑞咨询
- [4] 周伯文. “智能经济时代的未来十年：始于信赖，胜于格局”，第六届互联网世界大会，2020
<https://www.wicwuzhen.cn/>
- [5] 何晓冬. “GPT-3后，人机对话与交互何去何从”，全球人工智能和机器人峰会，2020
<https://www.leiphone.com/news/202008/BC6XqlXF3ifH6uvV.html>
- [6] 张钊，朱军，苏航. 迈向第三代人工智能[J]，中国科学：信息科学，2020，50(9): 1281-1302
- [7] 《新挑战和机遇下的中国人工智能科技产业发展》，中国新一代人工智能发展战略研究院，2020
- [8] Kolesnikov A, Zhai X, Beyer L. Revisiting self-supervised visual representation learning[C]// Proceedings of the IEEE conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2019: 1920-1929
- [9] Bengio Y. From System 1 Deep Learning to System 2 Deep Learning[J]. Neural Information Processing Systems. December 11th, 2019
- [10] Pearl J, Mackenzie D. The book of why: the new science of cause and effect[M]. Basic Books, 2018.
- [11] 《中国智能物联网白皮书》(2020年)，艾瑞咨询
- [12] 《物联网白皮书》(2018年)，中国信通院
- [13] Gartner, IoT technology Disruptions: A Gartner Trend Insight Report, 2017
<https://www.gartner.com/en/doc/3738060-iot-technology-disruptions-a-gartner-trend-insight-report>
- [14] 《大中华区引领全球物联网发展与创新》(2018年)，GSMA
- [15] 3GPP, Release 16
- [16] 《京东区块链技术实践白皮书》(2020年)，京东科技研究院
- [17] Nakamoto S. Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system[R]. Manubot, 2019
- [18] 《中国区块链技术和应用发展白皮书》(2016年)，中国区块链技术和产业发展论坛
- [19] 吴飞，段竺辰. 从独思到人机协作——知识创新模式进阶论[J]. 浙江学刊，2020(5)
- [20] 陈超毅，杨月全，曹志强，等. 多机器人的路径规划关键技术及其挑战[C]//第三十四届中国控制会议
- [21] 于明涛. 智慧物流体系中的智能快递技术[J]. 物流技术与应用，2017
- [22] 王志军，刘璐，李占贤. 共融机器人综述及展望[J]. 制造技术与机床，2020，No.696(06):20-28+33
- [23] 《中国智能驾驶白皮书》(2015年)，中国人工智能学会
- [24] 王荣浩，邢建春，王平，等. 地面无人系统的多智能体协同控制研究综述[J]. 动力学与控制学报，2016，14(002):97-108
- [25] Mozelle Mertz. What is Edge Computing? On the Edge
<https://morioh.com/p/28796ac5c941>
- [26] ServeTheHome. TPuv2 Architecture
<https://www.servethehome.com/case-study-google-tpu-gddr5-hot-chips-29/tpuv2-architecture/>
- [27] Yole Development. 3D TSV and 2.5D Business Update, 2017
https://www.slideshare.net/Yole_Development/3d-tsv-and-25d-business-update-2017-report-by-yole-developpement
- [28] Corey Gaskin. Apple dishes details on its new M1 chip, 2020
<https://arstechnica.com/gadgets/2020/11/apple-dishes-details-on-its-new-m1-chip/>
- [29] Asif Anwar. How will the changing goal posts across ADAS and Autonomy shape Xilinx' s Automotive Opportunity for its Versal Architecture?, 2019
<https://www.strategyanalytics.com/strategy-analytics/blogs/automotive/autonomous-vehicles/powertrain-body-chassis-and-safety/2019/06/19/how-will-the-changing-goal-posts-across-adas-and-autonomy-shape-xilinx-s-automotive-opportunity-for-its-versal-architecture>
- [30] 《超低功耗存算一体，MemCore 震撼发布》，北京微电子国际研讨会，2019
<http://www.icworld-bism.com/html/xinwen/dahuixinwen/2019/1129/170.html>
- [31] Xilinx. Vitis Platform
<https://www.xilinx.com/products/design-tools/vitis/vitis-platform.html>
- [32] David Patterson. Computer Architecture and Data Storage, 2020
<https://lexfridman.com/david-patterson/>
- [33] Forbes. These 25 Technology Trends Will Define The Next Decade
- [34] Xilinx. Xilinx Adaptive Compute Acceleration Platform: Versal Architecture, 2019
<https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2020/04/20/these-25-technology-trends-will-define-the-next-decade/?sh=57abe33129e3>
- [35] 包子阳，余继周. 智能优化算法及其 MATLAB 实例 [M]. 电子工业出版社，2016
- [36] 李银，曹荣荣，孙毅，等. 基于忆阻器的感存算一体技术研究进展 [J]. 微纳电子与智能制造，2019(4)
- [37] 《好风凭借力——2020年中国零售科技行业研究报告》，艾瑞咨询
- [38] 《中国零售行业发展报告》(2018/2019)，商务部流通发展司 & 中国国际电子商务中心
- [39] Wyman O. Retails Revolution
<https://www.oliverwyman.com/our-expertise/hubs/retails-revolution.html>
- [40] 《中国人工智能+物流发展研究报告》(2020年)，艾瑞咨询
- [41] 《5G智能物流白皮书》(2020年)，京东物流、华为
- [42] 肖思佳. 大变局中智慧物流企业的发展及机遇研究，商场现代化，2020，12:53-55
- [43] 《从连接到智能——5G助力物流数字化转型升级白皮书》(2019年)，京东物流、中国联通
- [44] 《曙光++——2020年中国金融科技行业发展研究报告》(2020年)，艾瑞咨询
<http://report.iresearch.cn/wx/report.aspx?id=3687>
- [45] 《京东区块链技术实践白皮书》(2020年)，京东科技研究院
<https://blockchain.jd.com/whitebook/>
- [46] 《中国消费金融公司发展报告》(2020年)，中国银行业协会

<https://www.china-cba.net/Uploads/ueditor/file/20200819/5f3c9b7965b5d.pdf>

[47] 《开放银行的全球实践与展望》（2019年），麦肯锡

https://www.mckinsey.com.cn/wp-content/uploads/2019/06/2019_%E9%BA%A6%E8%82%AF%E9%94%A1_%E5%BC%80%E6%94%BE%E9%93%B6%E8%A1%8C%E7%9A%84%E5%85%A8%E7%0%83%E5%AE%9E%E8%B7%B5%E4%B8%8E%E5%B1%95%E6%9C%9B.pdf

[48] 《AI动态定价确保保险公司与市场实现同步》（2019年），IBM商业价值研究院

https://www.ibm.com/downloads/cas/GQAV6ABB?mhsrc=ibmsearch_a&mhq=AI%E5%8A%A8%E6%80%81%E5%AE%9A%E4%BB%B7%E7%A1%AE%E4%BF%9D%E4%BF%9D%E9%99%A9%E5%85%AC%E5%8F%B8%E4%B8%8E%E5%B8%82%E5%9C%BA%E5%AE%9E%E7%8E%B0%E5%90%8C%E6%AD%A5

[49] 《中国资产管理行业进入发展拐点》（2020年），World Economic Forum

http://www3.weforum.org/docs/WEF_China_Asset_Management_CN_2020.pdf

[50] 胡红濮. 我国全民健康信息化发展历程及展望 [J]. 医学信息学杂志, 2019, 40(7):2-6

[51] 《跃马檀溪——2020年中国互联网+医疗行业研究报告》（2020年），艾瑞咨询

<http://report.iresearch.cn/wx/report.aspx?id=3645>

[52] Steiner D F, Chen P H C, Mermel C H. Closing the translation gap: AI applications in digital pathology[J]. Biochimica et Biophysica Acta (BBA)—Reviews on Cancer, 2020: 188-452

[53] Haleem A, Javaid M, Khan I H. Current status and applications of artificial intelligence (AI) in medical field: an overview[J]. Current Medicine Research and Practice, 2019, 9(6): 231-237

[54] Yu Zheng. Urban Computing. MIT Press, 2019

[55] 《关于促进智慧城市健康发展的指导意见》，中国政府网，2014.

http://www.gov.cn/gongbao/content/2015/content_2806019.htm

[56] 《京东云智能城市白皮书》（2019年），京东智联云

https://www.jdcloud.com/cn/jdcloud-whitepaper/all#wp_list

[57] 《新型智能城市发展研究报告》（2019年），中国信通院

http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/201911/t20191101_268661.htm

[58] 白杨, 李宝怀. 智慧城市及其建设存在的问题与解决途径探析 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2020(10):20-21

[59] 《盛宴后的长路前行：2019年中国智慧城市发展报告》（2019年），艾瑞咨询

http://report.iresearch.cn/report_pdf.aspx?id=3350

[60] 杜严勇. 机器人伦理中的道德责任问题研究 [J]. 科学学研究, 017, 35(11):1608-1613

[61] 谢梅, 凡秦林. 技术创新与适度伦理框架的构建 [J]. 中外文化与文论, 2020(02):198-206

[62] 朱必法. 构建社会和谐秩序的伦理价值 [J]. 马克思主义哲学论丛, 2019(01):219-228



欢迎微信扫码
了解更多京东技术相关信息

本内容未经京东集团技术委员会书面授权认可，任何人不得复制、修改、转载、摘编或以其它任何方式使用本报告的全部或部分内容。