

行者方致远

“新基建”背景下中国工业互联网与工业智能研究报告

2021年



行业综述：我国经济社会发展处于新旧动能转换的关键时期，工业互联网作为新一代信息通信技术与工业经济及系统全方位深度融合的全新工业生态、关键基础设施和新型应用模式，改变了企业研发、生产、管理和服务的方式，重新定义和优化整个价值流程，实现企业降本、增效、提质、创新，同时赋能中国工业经济实现高质量发展。受益于政策、资本、技术的推动作用，工业互联网虽处于发展初期，但前景广阔，2020年我国工业互联网核心产业增加值已达到6520亿元，预计未来五年核心产业规模年均复合增值率将维持在20%。



相关基础：云计算、5G、边缘计算、工业软件、工业大数据等相关领域与工业互联网产业发展相辅相成，是工业互联网应用效率化落地的能力基础。相关新兴技术的出现和演进显著地增强了工业互联网的服务供给能力，为工业互联网快速发展与应用提供坚实的保障。各类型企业利用自身传统业务优势在工业互联网相应赛道进行重点切入，以点连线带面，以图快速形成各具特色和专长的工业互联网解决方案。



工业智能：工业领域内存在着纷繁复杂的应用场景，产品研发设计、产品瑕疵质检、生产工艺优化、流程自动化等许多场景的工业机理复杂、数据分析能力要求较高。以深度学习和知识图谱为代表的人工智能技术从根本上提高系统建模和处理复杂性、不确定性、常识性问题的能力，显著提升了工业大数据分析能力与效率，进一步扩大了工业互联网可解工业问题边界的深度和广度，人工智能也成为重新定义工业互联网产品逻辑的抓手。



趋势洞察：平衡碎片化需求与规模化供给之间的矛盾是工业互联网商业化发展的重要前提，工业互联网服务商要立足于全面理清工业领域行业脉络，从企业的实际业务需求出发，以解构平台与软件形成更加细分的功能模块和微服务组件为基础，因地制宜的为工业企业提供更具针对性的产品和服务；与此同时，不断丰富平台应用生态成为了各大平台型企业发力的重点，下一阶段应用的探索与推广将是工业互联网的发展主线。工业互联网的长尾化市场，未来将使得相关参与者的目光从着眼于大企业更高层次的提升向兼顾中小企业信息化、数字化普及转移。

基础篇：中国工业互联网行业综述

1

解析篇：工业互联网相关能力基础

2

聚焦篇：人工智能与工业互联网

3

实践篇：工业互联网应用案例

4

展望篇：中国工业互联网发展趋势

5

基础篇：中国工业互联网行业综述 1

工业互联网发展背景与驱动因素 1.1

工业互联网解构 1.2

工业互联网发展现状 1.3

“新基建” 浪潮下的工业互联网

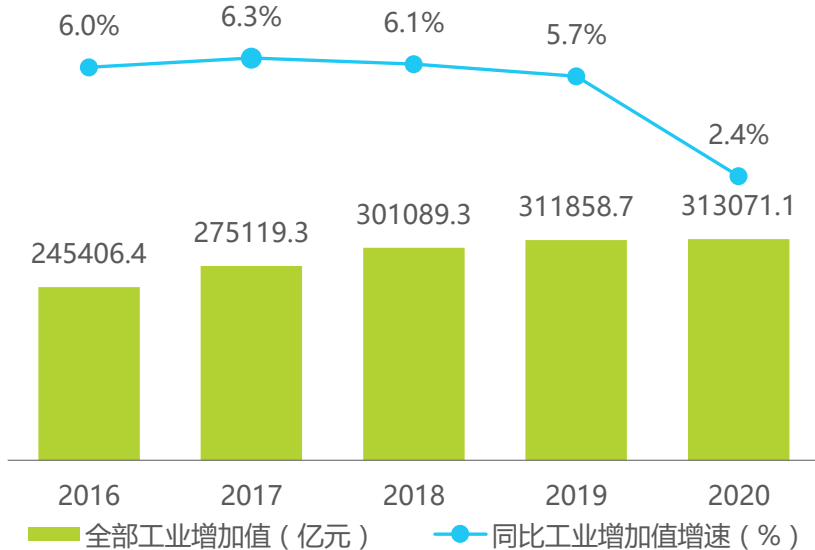
驱动我国工业经济高质量发展的重要抓手

当前，我国经济社会发展处于新旧动能转换的关键时期，叠加国际政治关系及疫情因素影响，经济下行压力增大，作为在国民经济中占据绝对主体地位的工业经济同样面临着全新的挑战与机遇。近年来我国工业产业增加值的增长正逐渐趋缓，压缩式的加速工业化使得我国工业面临着高投入、高能耗、高污染、低效益等问题，严重制约了工业经济高质量发展。纵观世界经济发展史，当初级生产要素优势丧失后，能否依靠知识和技术等高级生产要素发展工业是避免一国掉入“中等收入陷阱”的关键。在此背景下，我国将工业互联网纳入新型基础设施建设范畴，以希望把握住新一轮的科技革命和产业革命，推进工业领域实体经济数字化、网络化、智能化转型，赋能中国工业经济实现高质量发展。微观层面，作为工业经济组成部分的工业企业同样感受到了整个行业处于发展瓶颈期所带来的阵痛，大中小企业根据自身实际经营需求希望借助工业互联网等新兴技术驱动企业驶入发展新航线。

我国工业企业发展面临的挑战



2016-2020年中国工业增加值情况



来源：艾瑞咨询根据公开资料自主研究及绘制

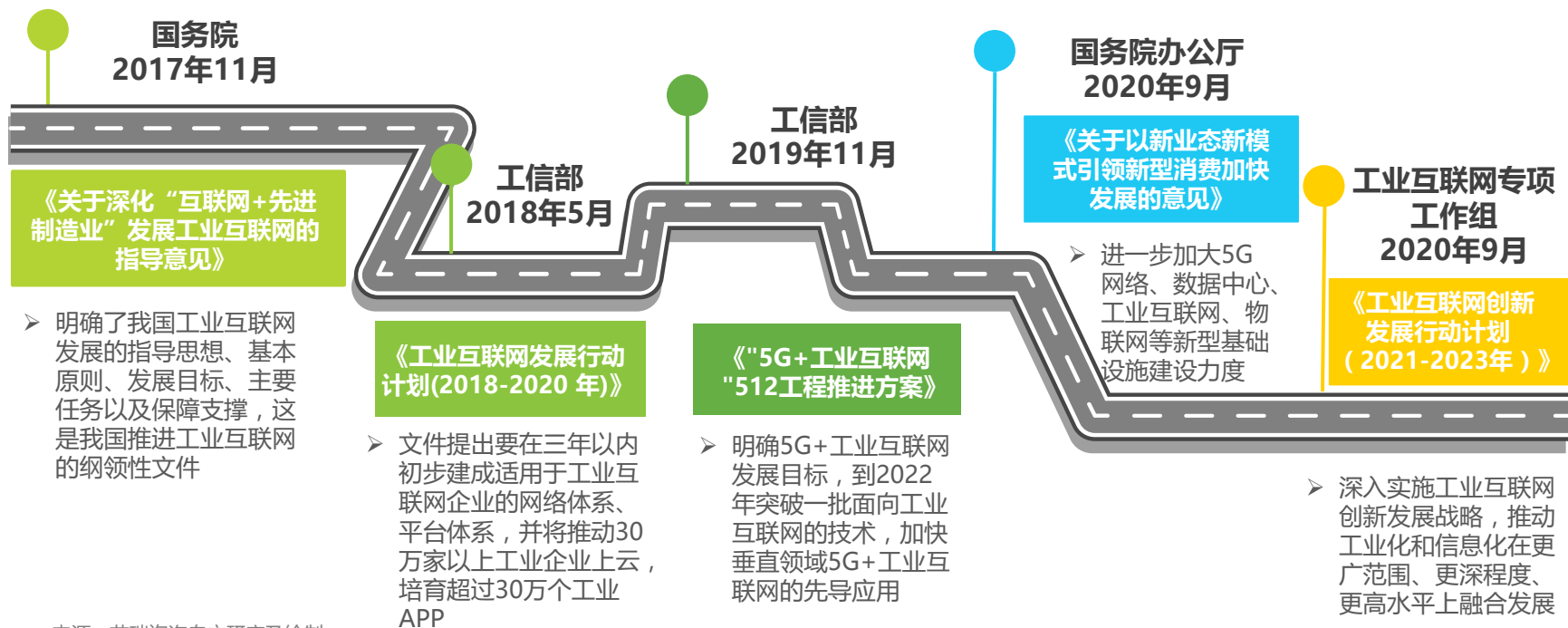
来源：国家统计局，艾瑞咨询处理绘制

新基建背景下的政策驱动

政策推动造就的十三五与十四五时期最重要“风口”之一

2018年底中央经济工作会议上首次提出“新型基础设施建设”概念，提出加快5G商用步伐，加强人工智能、工业互联网、物联网等新型基础设施建设，随后工业互联网连续三年被列入国务院政府工作报告之中，2020年3月的中共中央政治局常委会会议上再次重点提及加强新基建支持经济反弹与增长。在过去的几年间，上到中央政府下到地方政府陆续出台了一系列围绕工业互联网网络、平台、安全三大功能体系的政策，政策内容从意见性、规划性向指导性、连续性倾斜，内容指向更加切中发展时弊，逐步形成了愈加完善的工业互联网政策体系。在最新出炉的十四五规划中，新基建作为国家重点战略发展方向涵盖其中，预计未来十年的工业互联网也将持续受益于政策的支持。

工业互联网领域重点政策概述



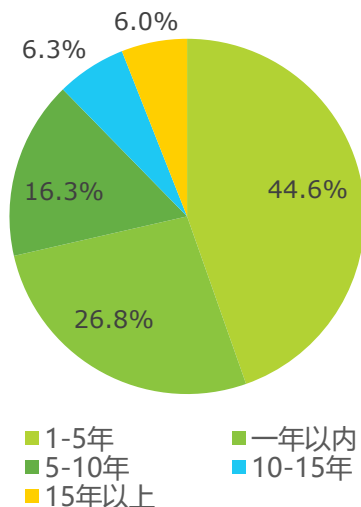
来源：艾瑞咨询自主研究及绘制

新基建背景下的资本驱动

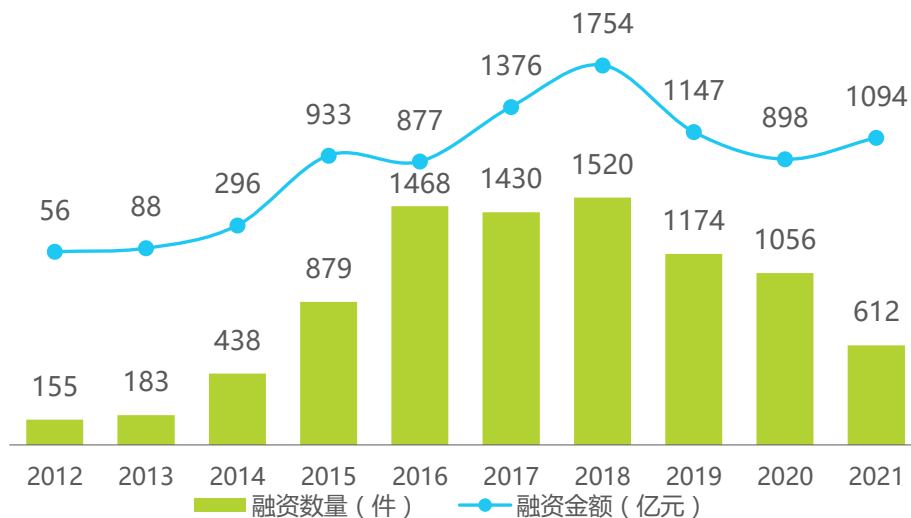
企业加速涌入，资本重点布局

工业互联网是第四次工业革命的基石，在产学研用各方的作用下，我国工业互联网发展进程持续推进，这一过程中资本的助推作用日益凸显。以2021年6月为截至点来看，成立时间在一年以内的工业互联网企业占到领域内全部企业数量的26.82%，成立时间在五年以内的企业比例超过了七成。在国家关于深入发展“新基建”之一的工业互联网的战略部署和金融要服务实体经济的方向引导下，工业互联网成为各方资本重点关注的蓝海赛道。根据第三方机构的数据显示，2020年工业互联网领域融资事件累计超过600起，其中一级市场融资中的投资方不仅包括IDG资本、经纬中国、云峰基金、达晨创投等一线投资机构，还出现百度、腾讯、字节跳动等互联网巨头的风投基金以及招商局创投、亦庄互联基金等国资背景基金的身影。赛道内的优质标的公司更是成为资本加码工业互联网的主战场，其中代表性融资案例是树根互联、海尔卡奥斯在2020年分别完成C轮8亿元和A轮9.5亿元人民币的大额融资。

中国工业互联网企业成立时间分布



2012-2021年中国工业互联网领域融资情况



注释：企业成立时间数据统计截至2021年6月，企业选取以其业务范畴符合当前工业互联网涵盖范围为标准

来源：天眼查，艾瑞咨询自主处理绘制

注释：融资统计范围包括一二级市场股债等多种方式，企业选取以其业务范畴符合当前工业互联网涵盖范围为标准，故数据展示从2012年起

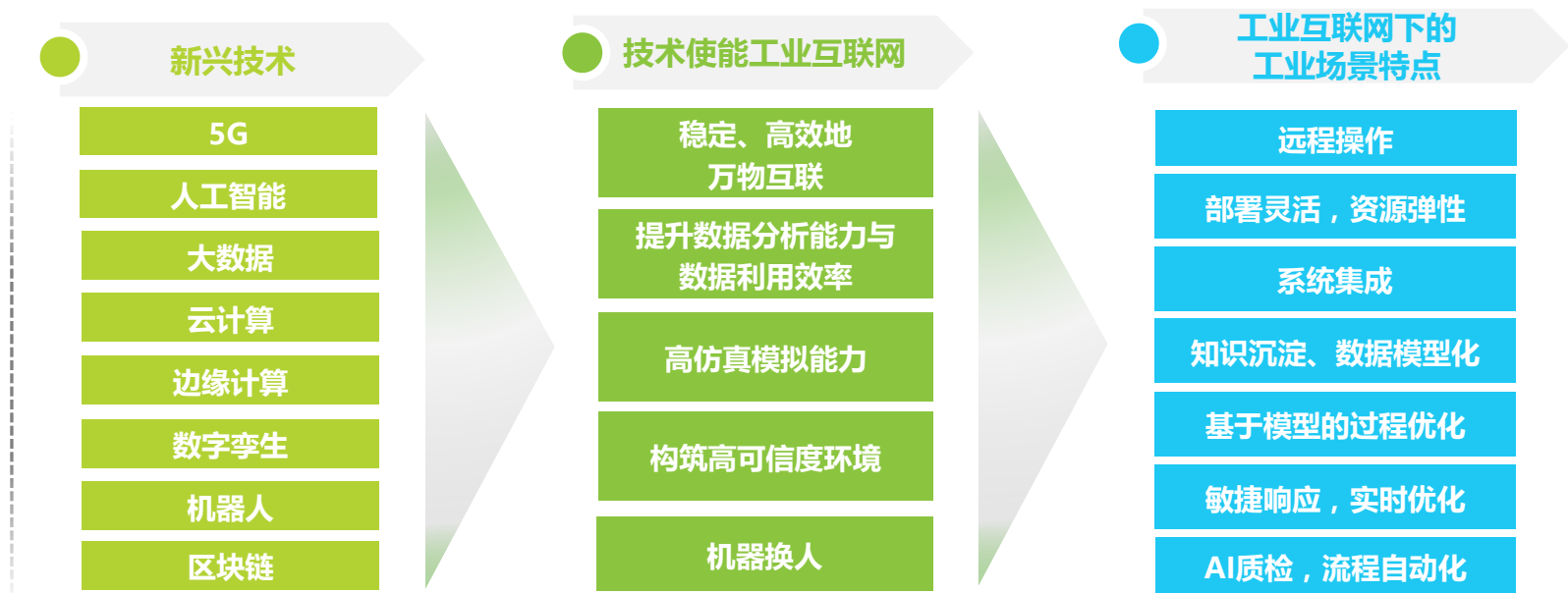
来源：天眼查，艾瑞咨询自主处理绘制

新基建背景下的技术驱动

工业互联网成为新兴技术效率化应用的新高地

新型基础设施建设主要包括5G基站建设、特高压、城际高速铁路和城市轨道交通、新能源汽车充电桩、大数据中心、人工智能、工业互联网等七大领域，工业互联网与新基建的其他六大领域均可融合发展、相互促进。工业互联网与特高压、新能源汽车充电桩融合为智能电网应用，与城际高铁融合为智能轨道交通系统，与5G、人工智能、大数据中心结合，可实现5G+工业互联网应用、工业智能化应用和建立工业互联网大数据中心。当前以5G、大数据、人工智能、云计算、数字孪生为代表的新兴技术正处于创新高度活跃和密集的时期，技术成果急需实际场景落地，工业互联网领域所具备的广阔场景需求正使得其与新兴技术的融合应用从技术落地走向效率化应用，促使模式业态创新多点迸发，并驱动工业互联网持续变革演进，从而为经济社会发展提供新动能。

新兴技术发展重塑工业应用场景



工业企业的内需驱动

社会化分工加深，企业需要更好的集成和调用能力

在人类社会最早期，驯养动物、种植谷物、制造工具等能力的出现分离出畜牧业、种植业和手工业等行业，各行业聚集了相应领域的“劳动能手”，形成了早期的社会化分工。工业革命则从农民和手工业者中分离出了工人，随着科技的持续发展，工业体系迎来了更细致的分工，对内，工厂把每个动作，生产工序分成步骤，每个工人或机器只完成某一动作或者某道工序，对外，不同类型企业深耕于研发设计、物料供应、仓储运输、销售服务等不同领域，企业间各司其职，产业链分工日益精细与明确。当代工业社会分工的变革使得工业生产关系和组织方式面临全新的挑战，工业企业在不同业务环节中对外部能力的需求与日俱增，并逐渐代替了原有的完全依赖于自身全流程能力构建的业务模式，这一发展趋势为工业企业对外部资源的集成与调用能力提出了更高的要求。

工业企业主要能力的调用诉求



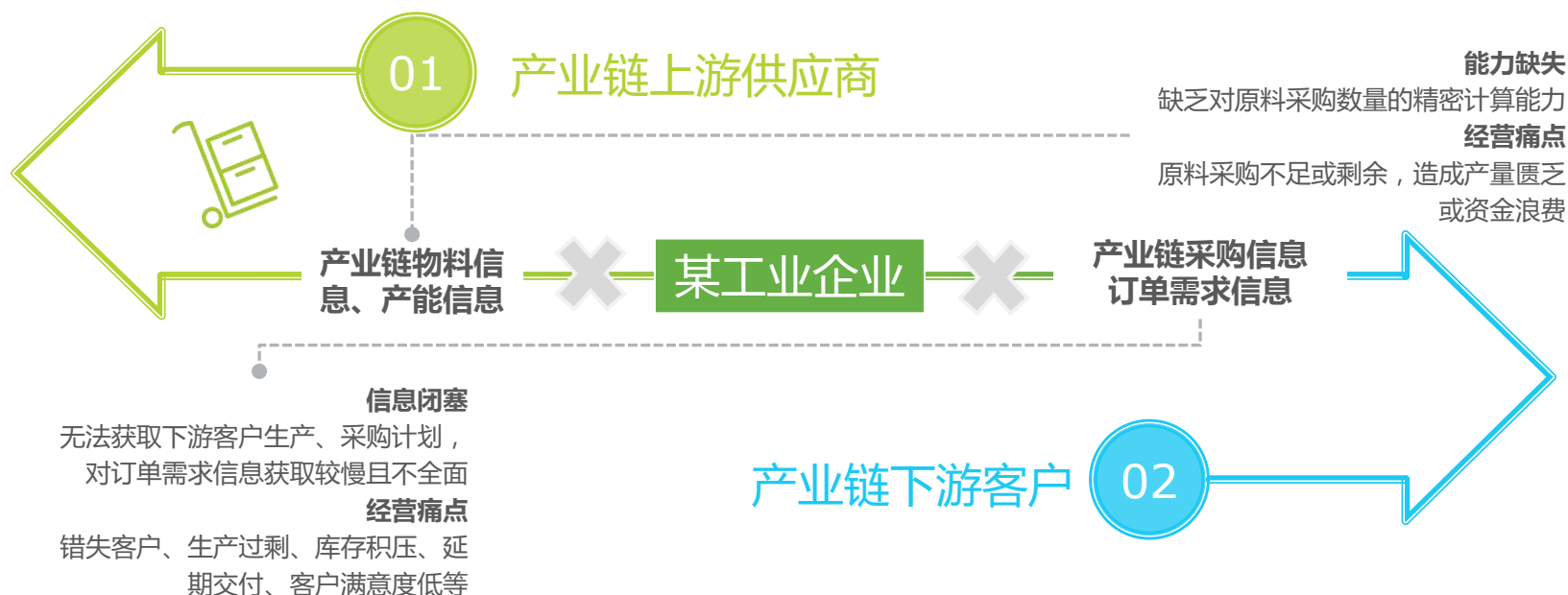
- 01 研发**是企业业务的起点与核心，面对下游行业日益多元化的需求及快速的市场变化，为保证创新性与优化性，企业对协同研发的需求愈发强烈
- 02 生产**能力瓶颈存在于各级工业企业，企业需要具备整合各类制造资源的能力，实现制造技术与生产能力的共享协同，以把握现有订单和潜在市场机会
- 03 物流**运输协同，建立运输价格数据库，结合产品个性化需求对运输方式进行运价比对，最大限度保证运输效益、减少运输成本
- 04 人才**资源供给能力逐渐衰退，大部分企业受限于薪酬待遇、工作环境、成长空间等因素，难以吸引优秀人才，形成恶性循环，企业需要智力资源保证

工业企业的内需驱动

产业链打通的需求愈加强烈

库存合理化一直是工业企业的一大管理痛点，主要源于上下游产业的信息孤岛化问题突出，各企业在制定供应链计划时更多依仗工作经验，物料信息、产品需求信息难以在产业链中实现跨环节的自由流通，并且随着下游客户需求的日益个性化，加大了企业作出科学高效采产销决策的难度。另一方面，在供应链成本压力持续发酵、产品毛利逐渐摊薄的大背景下，企业急需构建产业链上下游信息流通渠道，结合产品需求、原料供给和产能配置，科学和敏捷地调整生产计划，提高产能利用率，减少库存积压，提升客户满意度，保障订单稳定到期兑现，从而实现具备高敏捷性和灵活性的产业协同。

工业企业产业链信息封闭的痛点

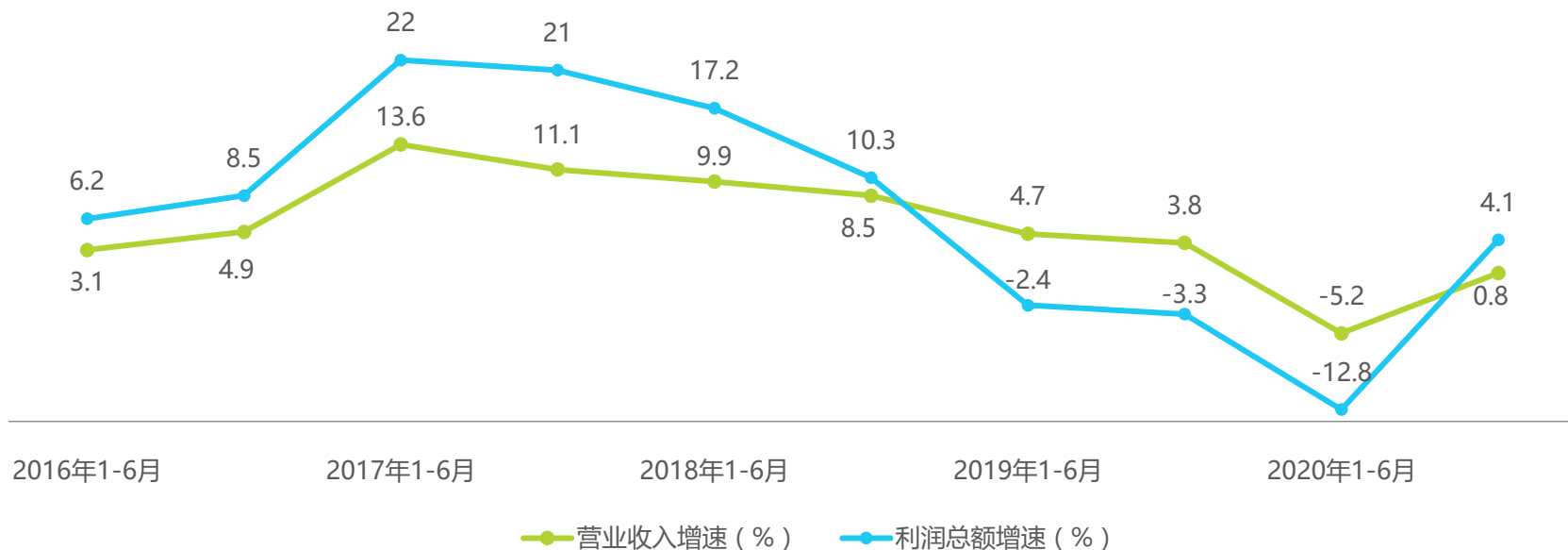


工业企业的内需驱动

敏捷的创新反应和客户需求反应成为工业企业聚焦重点

我国许多工业细分行业如汽车、家电等，产品同质化问题严重、下游消费者需求日渐碎片化、市场竞争激烈且趋于饱和，依靠生产要素投入和廉价劳动力转化的传统少品种、大批量的生产模式难以适应市场变化，企业传统盈利模式面临巨大的冲击和挑战。企业希望通过多渠道深度交互精准洞察客户需求，全方位获取下游客户的需求数据，为产品定义与研发设计提供精准的指导，并将用户需求直接转化为生产排单，实现以客户为中心的个性定制与按需生产，在全面综合成本、质量、柔性和时间等竞争因素的前提下，有效地解决需求个性化与大规模生产之间的冲突。近年来，我国工业企业利润增速上涨乏力，企业开始关注如何通过深入的需求交互驱动产品设计和柔性制造高效率、高质量地完成，实现规模化定制生产，从而提高企业竞争优势和客户满意程度，为企业打造新的利润增长极。

2016-2020年中国规模以上工业企业营业收入与利润总额变动情况



来源：国家统计局，艾瑞咨询自主处理绘制

基础篇：中国工业互联网行业综述 1

工业互联网发展背景与驱动因素 1.1

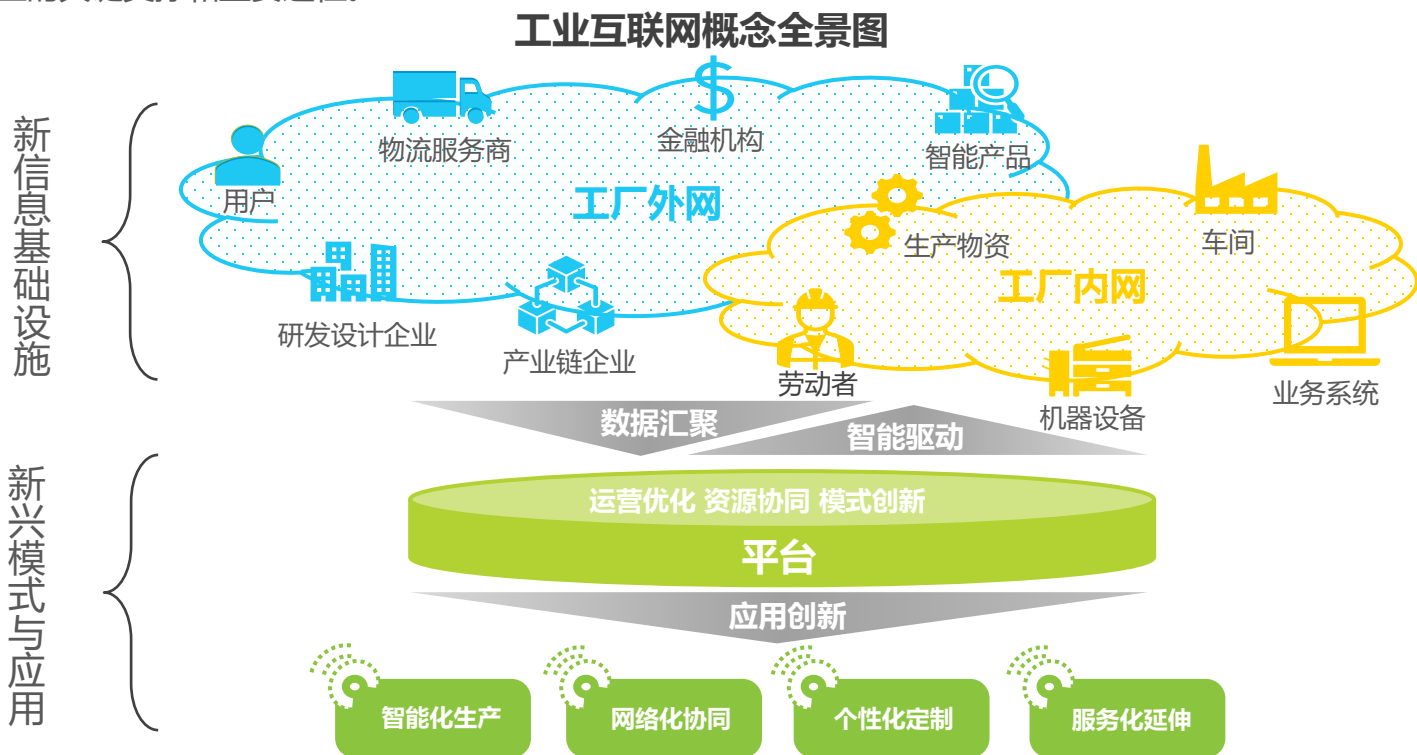
工业互联网解构 1.2

工业互联网发展现状 1.3

工业互联网概念与本质

实现数据流转的人、机、物全面互联互通的新型工业基础设施

工业互联网通过系统构建网络、平台、安全三大功能体系，形成人、机、物的全面互联，实现全要素、全产业链、全价值链的互联互通，是新一代信息通信技术与工业经济和系统全方位深度融合的全新工业生态、关键基础设施和新型应用模式，工业互联网的发展将推动形成全新的工业生产制造和服务体系。作为以数字化、网络化、智能化为主要特征的新工业革命下的新型基础设施，工业互联网的本质是数据的流动、分析和再造，是工业智能化发展的核心信息基础设施，也是实现产业数字化转型的关键支撑和重要途径。



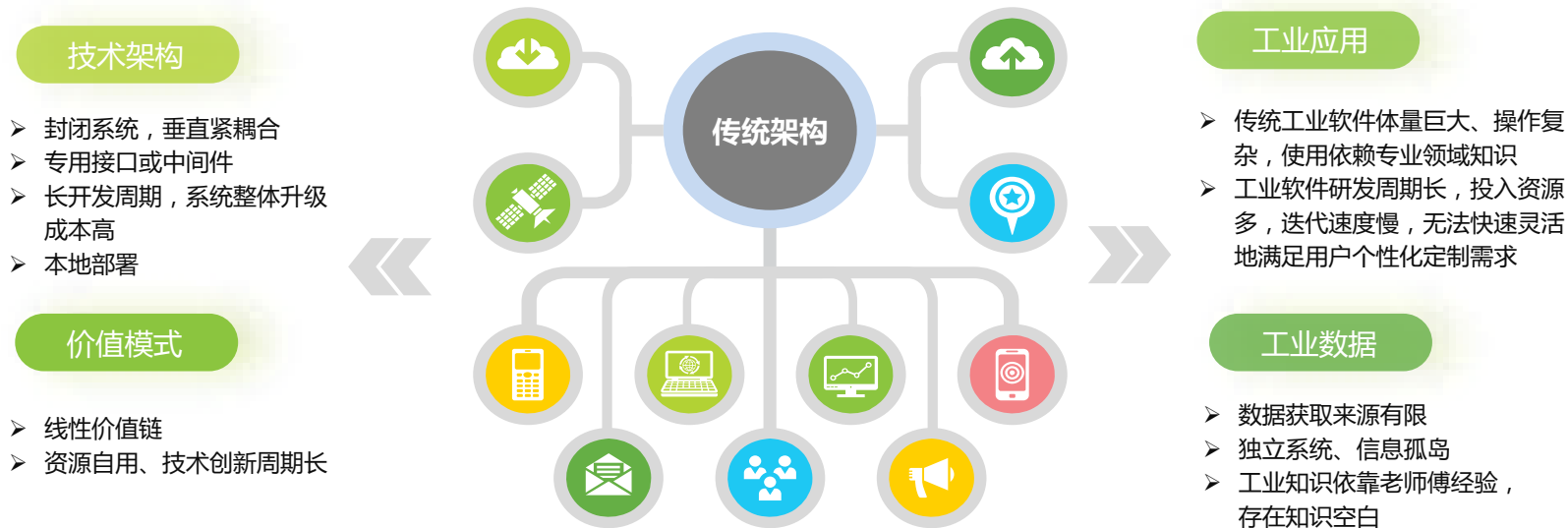
来源：艾瑞咨询根据公开资料自主研究绘制。

传统工业自动化和工业软件的痛点

数据碎片化、信息孤岛化，无法灵活快速响应新需求

传统自动化和信息化本质是把生产操作和管理流程通过软硬件系统的方式予以固化，从而建立了垂直制造体系，这一体系下负责不同业务环节或流程的子系统间彼此孤立，即使不同自动化厂商间的设备在工业现场的部署位置相邻为伴，彼此之间的数据也绝无交集，这也就形成了工业环境中大量烟囱式的系统和碎片化的信息。在此传统模式下的数据大多沉淀于自动化设备和软件厂商之手，企业无法有效汇集数据更无谈高效利用数据进行数字化应用。同时就自动化设备和软件应用而言，传统使用模式过程更偏重具体执行的高效完成，指令多是单向传递、局部作用，对于工业企业实际经营过程中的统筹规划、决策优化、高效管理等诉求则无法满足。从企业成本负担角度来看，传统工业自动化设备和工业软件高昂的价格给很多企业尤其是中小企业带来不小的成本压力，在这一情况下企业很难通过加快设备和软件的迭代去及时响应快速变化的市场需求，通常企业会持有这些资产至自然折旧年限，这无疑会削弱企业的市场竞争优势并丧失先手发展机会。

基于传统工业IT架构解决方案的痛点



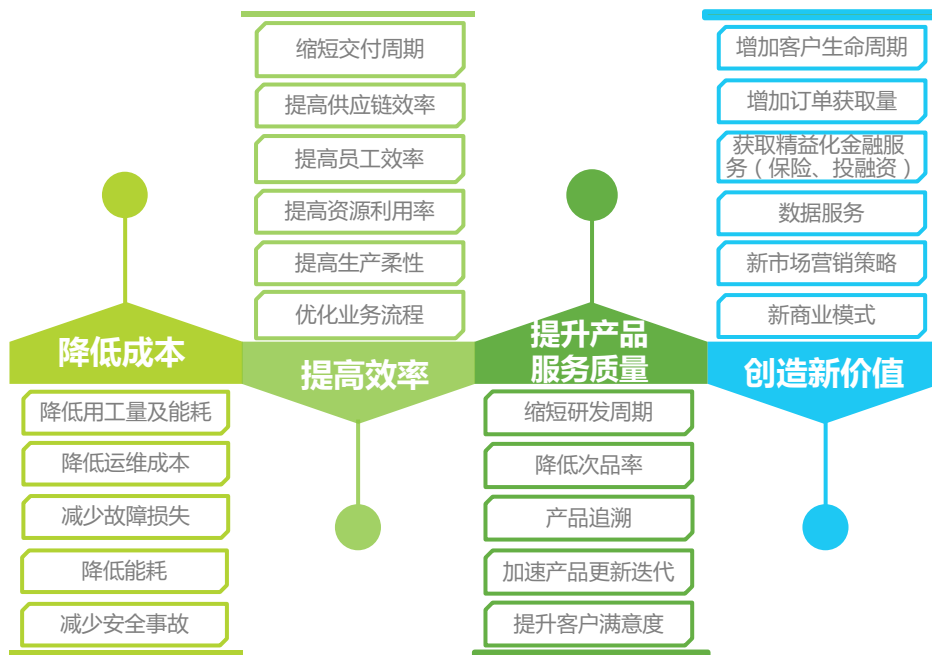
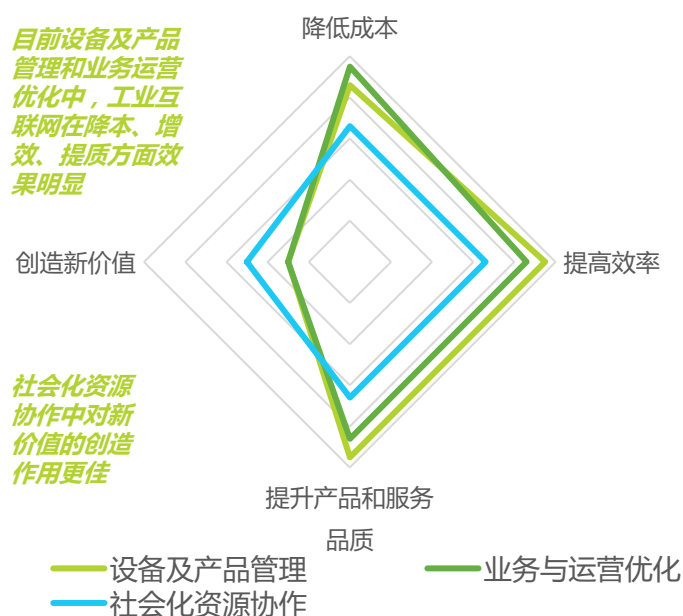
来源：艾瑞根据公开资料与专家访谈自主研究及绘制。

工业互联网的优势与价值

架构灵活、数据驱动，为企业降本、增效、提质、创新

与传统自动化与工业软件的IT架构方案相比，工业互联网部署于云端+边缘以大平台+小APP的架构提供丰富便捷的开发工具及开放API，充分满足了企业灵活、复杂、经济、创新的数字化应用需求。平台将知识、机理等隐性经验固化成其自身显性核心资源，结合更具广度和深度的数据采集进行数据分析、建模和利用，实现了数据驱动的生产和运营优化闭环。最终形成面向设备与产品管理、业务运营优化、社会资源协作三大工业互联网应用场景，为企业带来“降本、增效、提质、创新”四大成效。工业互联网的出现改变了企业研发、生产、管理和服务的方式，重新定义和优化整个价值流程，同时打破各行业间的信息孤岛，促进跨领域资源灵活配置与内外部协同能力提升，进而带动产业集群，推动区域经济高质量发展。

工业互联网三大场景应用价值分布



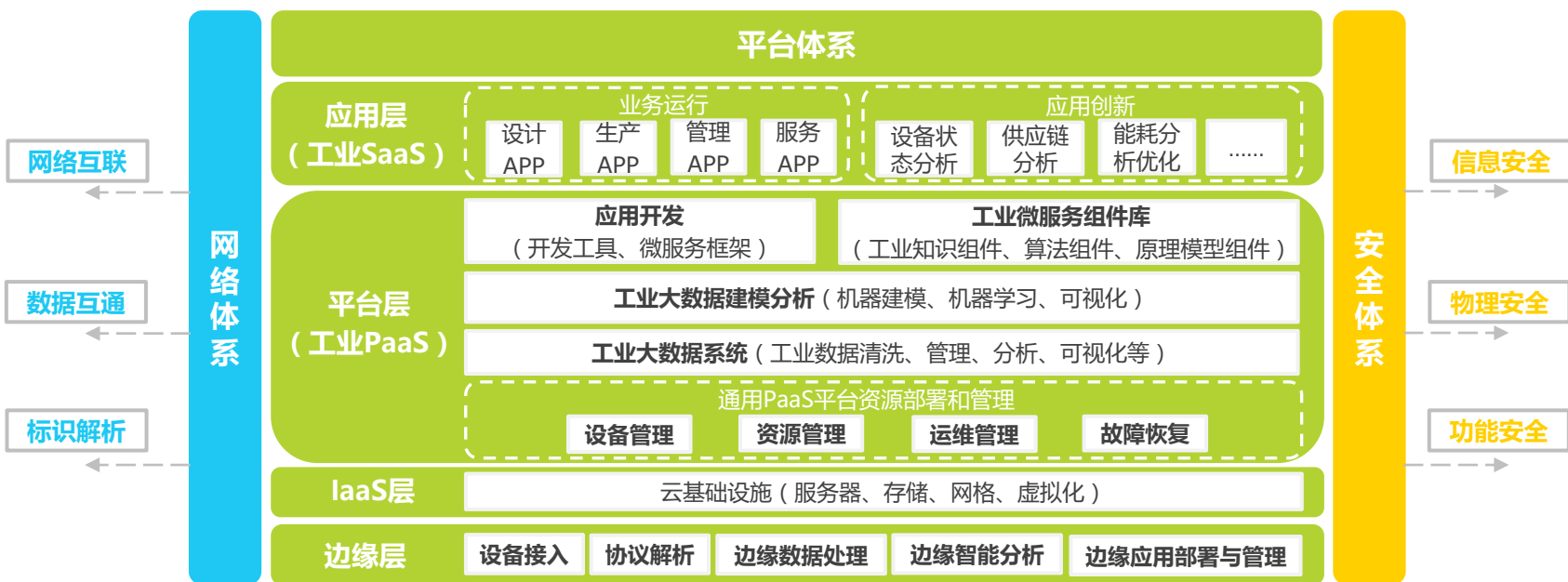
来源：艾瑞咨询根据公开资料与专家访谈自主研究及绘制

工业互联网体系架构

网络是基础，平台是核心，安全是保障

工业互联网由网络、平台、安全三大功能体系构成。工业互联网的网络体系将连接对象延伸到人、机器设备、工业产品和工业服务，是实现全产业链全价值链的资源要素互联互通的基础。网络性能需满足实际使用场景下低时延、高可靠、广覆盖的需求，既要保证高效率的数据传输，也要兼顾工业级的稳健性和可靠性；平台下连设备，上接应用，承载海量数据的汇聚，支撑建模分析和应用开发，定义了工业互联网的中枢功能层级，在驱动工业全要素、全产业链、全价值链深度互联，推动资源优化配置，促进生产制造体系和服务体系重塑中发挥着核心作用；安全代表着工业互联网的整体防护能力，涉及工业互联网领域各个环节，是涵盖设备安全、控制安全、网络安全、平台安全和数据安全的工业互联网多层次安全保障体系，通过监测预警、应急响应、检测评估、攻防测试等手段为工业互联网健康稳定的发展保驾护航。

工业互联网功能体系架构图



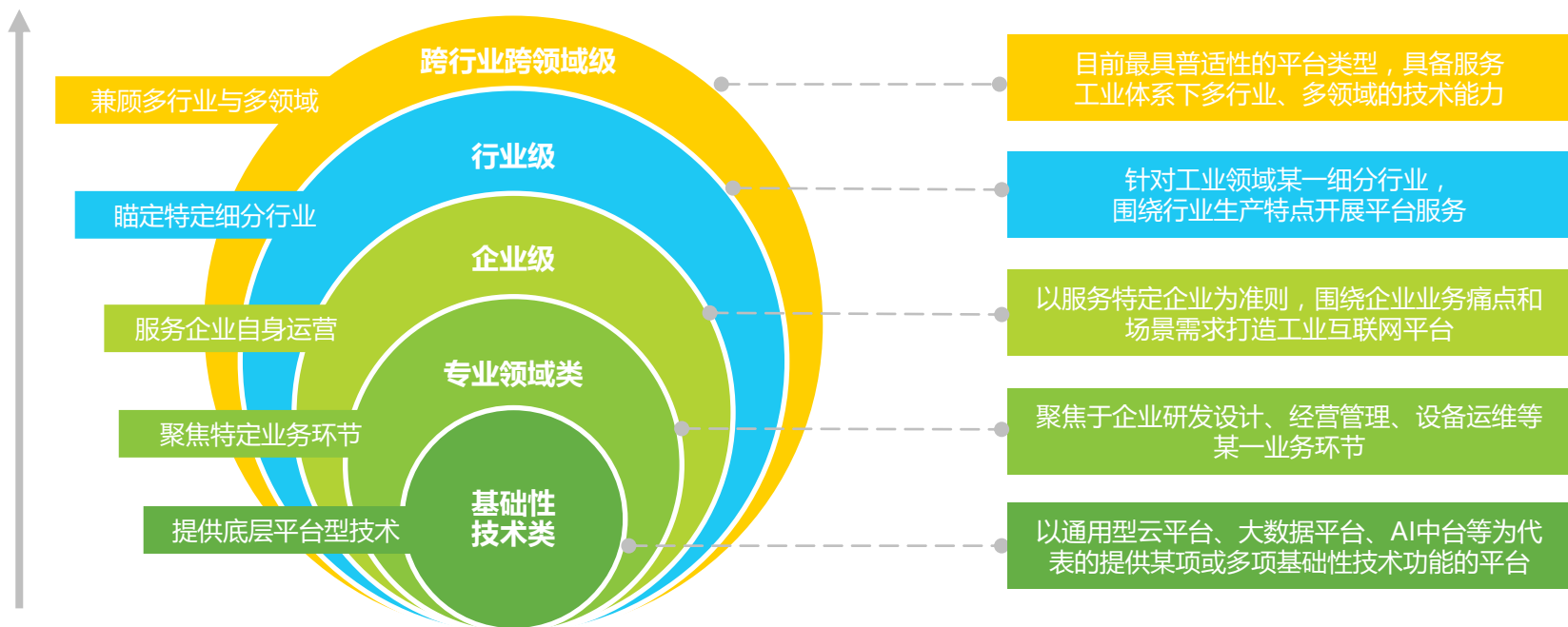
来源：艾瑞根据公开资料自主研究及绘制。

工业互联网平台类型

平台按客户群体、应用场景、功能支持三个维度划分成五大类

作为工业互联网的中枢层级，工业互联网平台的功能与效用直接决定了整个工业互联网体系的价值体现，从面向客户群体、应用场景和功能支持三个维度可以将工业互联网平台分为基础性技术、企业级、特定行业级、专业领域以及跨行业跨领域五大类平台，各类平台各有所长又彼此融合。具体解构平台架构来看，任何一类平台都基本由工业SaaS平台、工业PaaS平台、工业数据分析与可视化平台、通用PaaS平台、云服务平台、连接与边缘计算平台这六类平台功能模块构成，不同模块的配置与性能决定了各类型平台的功能特点与优势。

工业互联网平台类型



来源：艾瑞咨询自主研究及绘制

工业互联网平台的应用

下游细分行业需求牵引五大类基础平台衍生发展

工业领域中不同细分行业都有各自独特的知识领域和机理形成的行业门槛，每一个工业场景在不同的行业、不同企业中需求差异较大，现阶段不存在一个普适性的工业互联网解决方案可以在各行业、企业、场景中通用。前文所述五大类型平台也会因具体行业和客户需求的差异衍生出多种多样的子类型平台，因此锚定工业领域细分行业、理清行业脉络、了解业务需求是划分工业互联网平台应用模式的理论基础，也是工业互联网解决方案提供商开展平台业务以及工业企业进行平台选型的关键。

重点细分行业工业互联网平台应用概况

行业	行业特点	业务痛点	典型应用	主要成效	行业类型共性
电力	技术密集、资产密集	发电有连续生产的需求，设备故障会导致巨大损失；并网调度问题	预测性维护、远程运维、能源管理、协同运营	降低运维成本、提高功率预测准确性	具有连续生产、资产价值高、工业过程复杂的特点，高能耗、高危险， 安全环保问题成为制约企业发展 的关键
钢铁	工序繁多、工艺复杂、供应链冗长	高能耗、高排放；设备和工序管理难度大；下游行业需求多元化	绿色化生产、设备状态监测、工艺优化、供应链协同	节能减排，降低成本、提升产品质量、缩短供应链周期，降低库存	
工程机械	设备产品多样化、市场规模大、覆盖范围广	设备维护水平低、资源调配效率低下、运营管理问题多	生产制造优化、资源调度优化、分享制造、产融合作	降低维修成本、提高设备使用率、优化设备后市场服务	
船舶	零件数量级大，生命周期长，资本投入大	制造周期长、融资难、个性化定制需求提升、设备物资种类及供应商繁多	生产优化、智能资源管理、供应链协同	缩短核心部件研制周期，提高设备利用率及上下游信息共享水平	具有产品种类多、批量规模小、价值高、研制和生产周期长、生产管理复杂等特点， 对协同程度有较高要求
电子信息	产品种类多、附加值高，技术含量高、迭代速度快	生产流程长、工序多且衔接响应时间长；物料种类多，管理难度大	生产制造优化、设备健康管理、基于AI的工业视觉检测	减少生产过程人工干预和用工人数、缩短生产环节响应时间、提高质检效率	
家电	市场竞争激烈，技术迭代快，产品多元化、服务化、智能化需求不断提升	市场需求响应慢、产品研发周期长、库存压力大	规模化按需定制、柔性生产、服务化延伸、供应链协同	缩短产品研发周期，实现产品创新；提高采购效率、降低库存；缩短交付周期；提高消费者满意度	
汽车	产品精密复杂、生产工艺复杂、技术门槛高、供应链分散	研发设计周期长、下游需求碎片化、供应链管理困难、售后服务低效化	研发设计协同、规模化定制生产、产供销协同、服务化延伸	缩短研发周期，实现规模化定制生产，盈利模式由单一销售向全方位服务转变	具有原料及人工成本高，产品批量规模大的特点， 对产品质量和生产效率要求较高 ，产品种类向多样性发展

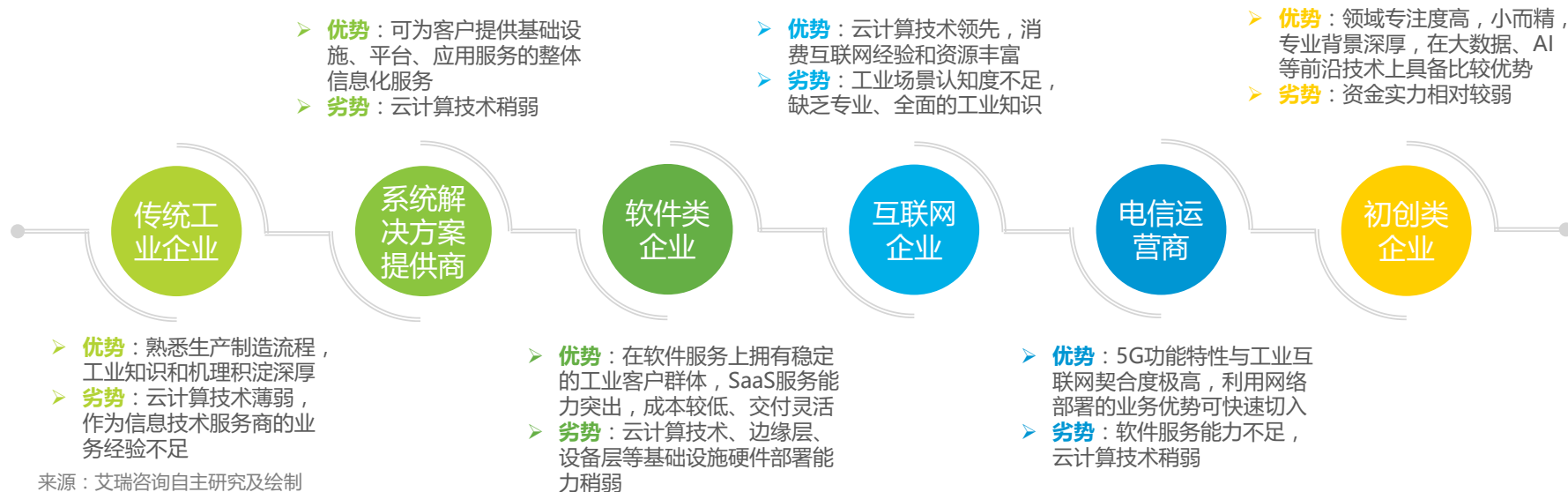
来源：艾瑞咨询根据公开资料与专家访谈自主研究及绘制。

工业互联网参与企业类型

群雄逐鹿，百舸争流

目前工业互联网仍处于发展初期阶段，由于未来市场空间广阔，制造企业、ICT企业、自动化企业、互联网企业等各类型企业纷纷进场布局，形成了行业参与者众多，但尚未构成直接竞争的市场局面。在发展路径上，各类型企业大多利用自身传统业务优势在相应赛道进行重点切入，以点连线带面，快速形成各具特色和专长的工业互联网解决方案，以图形成先发优势。从构建工业互联网核心能力圈层的平台角度来看，可以将市场参与者分成六类。一是传统工业领域内龙头企业孵化出的专业工业互联网平台公司，在立足服务企业自身业务数字化转型的基础上，延伸服务至同类别场景和产业链上下游企业；二是从传统系统解决方案提供商向平台解决方案服务商转型；三是软件企业加速软件云化发展，强化工业机理模型的开发，基于SaaS层优势拓展构建PaaS层；四是互联网巨头积极向产业互联网领域拓展，推出或合作共建工业互联网平台；五是国内三大电信运营商基于5G网络部署，打造5G+工业互联网的解决方案；最后一类是初创企业针对特定工业行业或领域业务痛点提供解决方案。

六类参与企业的优势和劣势



来源：艾瑞咨询自主研究及绘制

基础篇：中国工业互联网行业综述 1

工业互联网发展背景与驱动因素 1.1

工业互联网解构 1.2

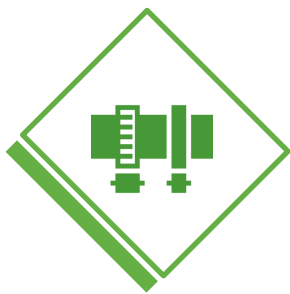
工业互联网发展现状 1.3

工业互联网行业发展难点

行业正处于发展初期，面临在技术、应用、商业、产业层面的众多挑战

相比于传统的工业运营管理和信息化技术，工业互联网复杂程度更高，部署和运营难度更大，其建设过程中需要持续的技术、资金和人员投入，在商业应用和产业推广中也面临着基础薄弱、场景复杂、成效缓慢等众多挑战，工业互联网的发展将是一项长期、艰巨、复杂的系统工程。当前工业互联网行业仍处于发展初期，这一过程中所遇到的问题更多是产业爆发前期在技术、应用、商业方面的不断摸索、试错和修正。

工业互联网面临的挑战



技术层面

连接能力：工业设备种类、通信协议、数据格式繁杂，尚缺乏有效的技术手段低成本、便捷地实现连接
数据能力：数据种类少、标准各异、质量较低、有效性不足。企业对数据共享开放的意愿不强
技术落地：融合新兴技术的应用有效性有待验证、场景挖掘有待强化

来源：艾瑞咨询自主研究及绘制



应用层面

基础设施：工业企业信息基础设施建设水平参差不齐，多数企业数字化基础薄弱
方案应用模式：标准化、通用解决方案数量有限
人才：缺少既懂信息技术又懂工业知识的复合型专家人才



商业层面

成本效益：部署工业互联网前期投入多，投资回报周期长
商业模式：市场参与者仍处于摸索阶段，现阶段盈利模式相对单一
供需矛盾：碎片化需求与规模化供给的矛盾



产业层面

合作：服务商企业单打独斗较多，协同创新合作不够
生态：开放、创新的生态体系建设尚不成熟
认知：服务商对工业企业痛点理解不足，工业知识、历史数据沉淀不够。工业企业对工业互联网价值链不了解

工业互联网平台商业模式

尚处于探索与丰富阶段，服务从定制化向通用化延伸将是关键

作为国家战略级的新兴朝阳产业，工业互联网在网络、安全、设备改造等基础设施部署层面的商业模式较为清晰和传统，但产业核心的平台商业模式还在不断摸索与丰富，尚未形成定局。部分消费互联网平台经济模式也出现在了工业互联网之中，但后者To B/G企业服务的色彩相当浓重，传统工业场景的多元化和复杂性也决定了工业互联网平台的商业价值主要集中于个性化服务，整体上碎片化需求与规模化供给矛盾突出，未来向通用化、可复制的标准化产品和服务延伸仍将是行业拓展商业价值关键路径之一。

工业互联网平台商业模式



来源：艾瑞咨询根据公开资料及专家访谈自主研究及绘制

工业互联网产业图谱

2021年中国工业互联网产业图谱



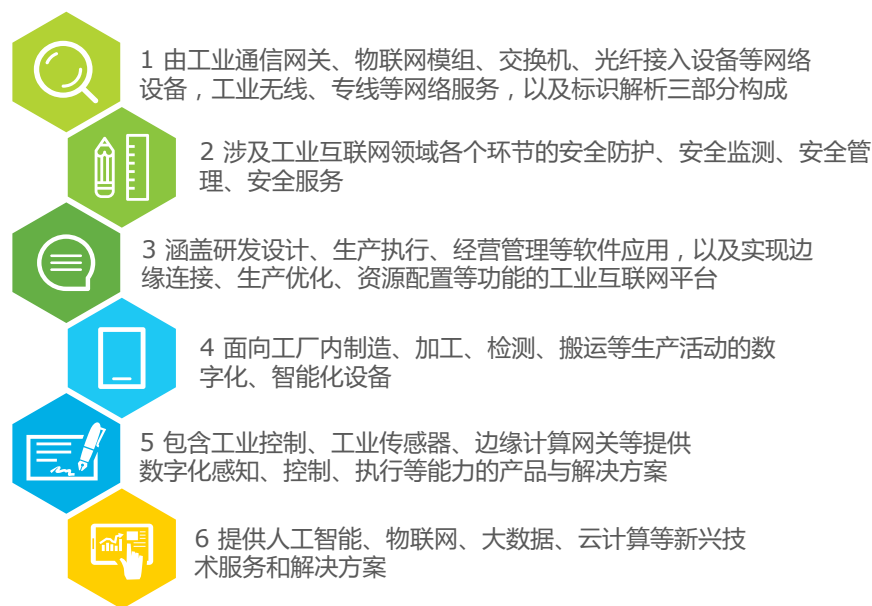
注释：以企业主营业务或既往业务为主，部分厂商存在跨界或业务范围更广的情况在上图并未完全体现。图谱中所展示的公司logo顺序及大小并无实际意义，不涉及排名。
来源：艾瑞根据公开资料研究绘制。

工业互联网市场细分赛道

从构建工业互联网功能体系的角度分成六大类赛道

从广义范围来看，工业互联网核心产业基本等同于工业数字化的相关产业，其根植于传统制造支撑体系，又融合数据感知、互联互通、先进计算、智能分析等能力，带来了传统产业的升级和新产业环节的诞生。因此，从不同功能的基础能力构建角度可以将工业互联网核心市场分成：融合新兴技术和能力的工业互联网平台与软件、相关技术服务，以及包括工业软件、工业自动化硬件、工业网络、工业装备、工业安全等传统产业的智能化升级部分等两大类，最终将两类核心市场整合、拆分成六条市场细分赛道。

工业互联网市场细分赛道



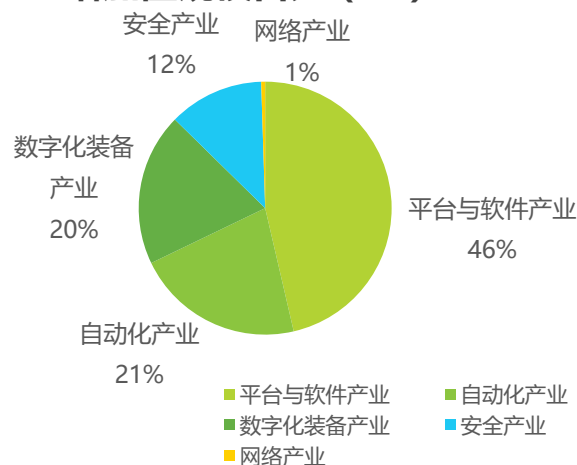
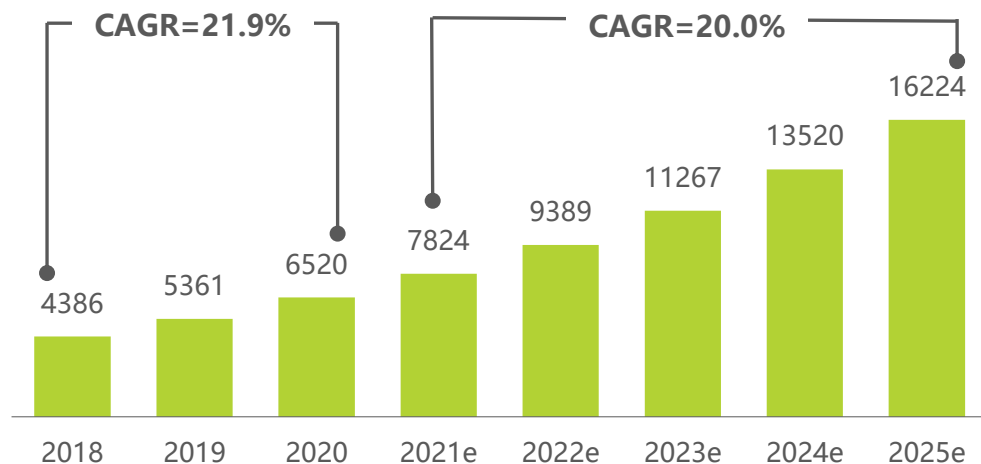
来源：艾瑞咨询结合中国工业互联网研究院的《工业互联网产业经济发展报告（2020）》，专家访谈及公开资料自主研究及绘制

工业互联网渗透情况及产业规模

产业经济规模基础盘大，行业渗透率空间广阔

2019年是我国工业互联网全面铺开建设的元年，全年我国工业互联网产业经济增加值总体规模达到2.13 万亿元，同比增长47.3%，其中核心产业增加值规模和融合带动经济规模分别为5361亿元、1.6万亿元。同年工业互联网在三次产业中的渗透水平仅分别为 0.27%、2.76%和 0.94%，可见作为覆盖众多国民经济细分行业的综合性产业，工业互联网产业经济具有基础盘大、行业渗透率空间广阔的特点。现阶段，我国工业互联网的部署与使用大多集中于数字化基础较好，对自身数字化、网络化、智能化转型定位清晰并且目标明确的大型企业。细分行业的使用率情况也较为集中，机械、能源、轻工、石化、电子信息等行业的工业互联网使用率相对较高，工业互联网对冶金、汽车、装备制造、航空航天等众多工业细分行业覆盖率则有待进一步挖掘和提升。从区域的产业发展情况来看，我国工业互联网同样呈现出东强西弱的格局，粤港澳大湾区、长三角、京津冀鲁等经济较为发达、工业基础扎实的地区是目前部署与使用的主力军。综合上述情况，艾瑞认为我国工业互联网产业经济发展潜力巨大，未来五年核心产业增加值规模预计每年将以约20%增速保持高速增长。

2018-2025年中国工业互联网核心产业增加值规模（亿元） 2019年中国工业互联网各核心产业的增加值规模占比（%）



来源：2018-2020年中国工业互联网核心产业增加值规模参照信通院，国家统计局相关数据，2021-2025年产业规模情况由艾瑞咨询结合专家访谈并根据测算模型自主研究及绘制

基础篇：中国工业互联网行业综述

1

解析篇：工业互联网相关能力基础

2

聚焦篇：人工智能与工业互联网

3

实践篇：工业互联网应用案例

4

展望篇：中国工业互联网发展趋势

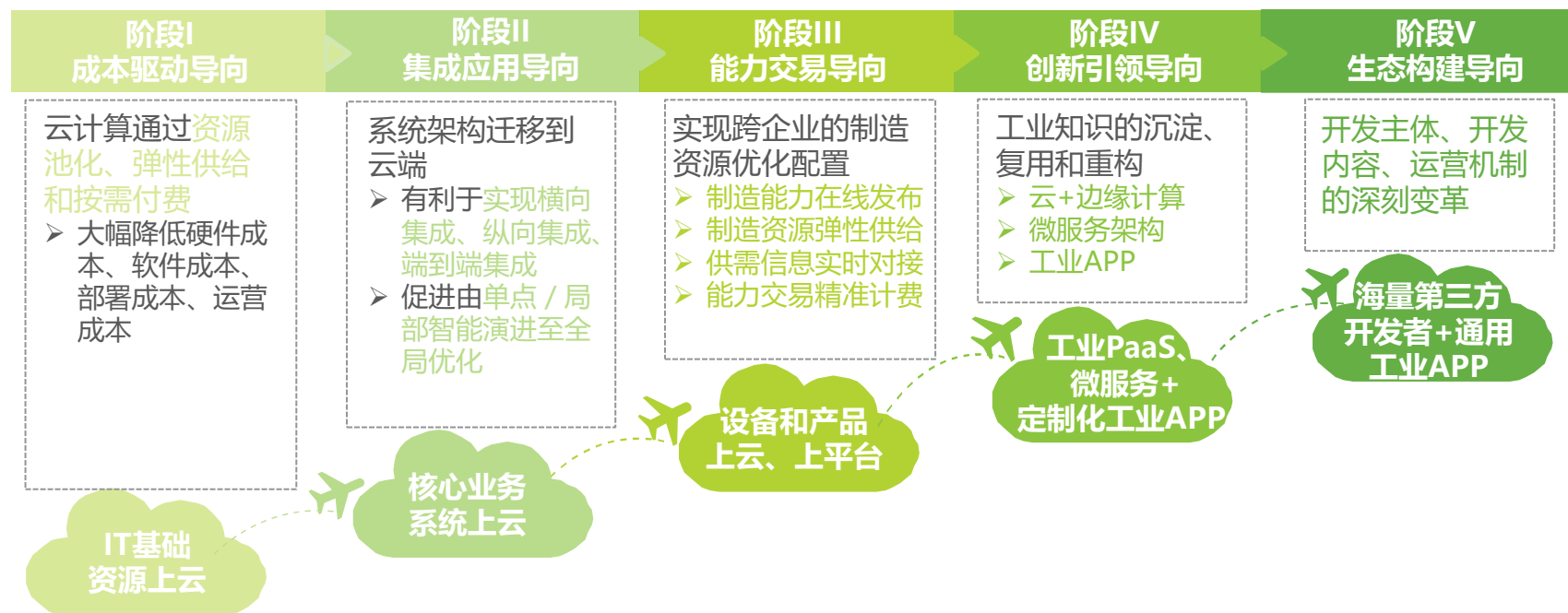
5

企业上云与工业互联网的联系

上云补足企业信息化短板，为工业互联网部署奠定基础

云计算通过网络将硬件、软件、平台等系列资源统一起来，实现数据的计算、存储、处理、共享，是新型IT基础设施的交付和使用模式。企业上云使得其可以通过网络便捷地获取所需的计算资源、存储资源、应用软件、服务及网络等，满足企业按需所取、无限扩展的资源获取方式和灵活方便的运营管理模式，有利于企业提高资源配置效率、降低信息化建设和维护成本。工业互联网旨在形成信息技术与工业体系的大融合，因此工业互联网的部署就对企业信息化基础提出了一定的要求，然而现阶段我国工业企业信息化基础参差不齐，大部分中小企业信息化水平严重不足，加之企业利润率较低，缺乏足够的资金推动自身信息化、数字化基础设施建设，上云成为突破这一困境的最优解决方案。

企业上云向工业互联网演化的过程



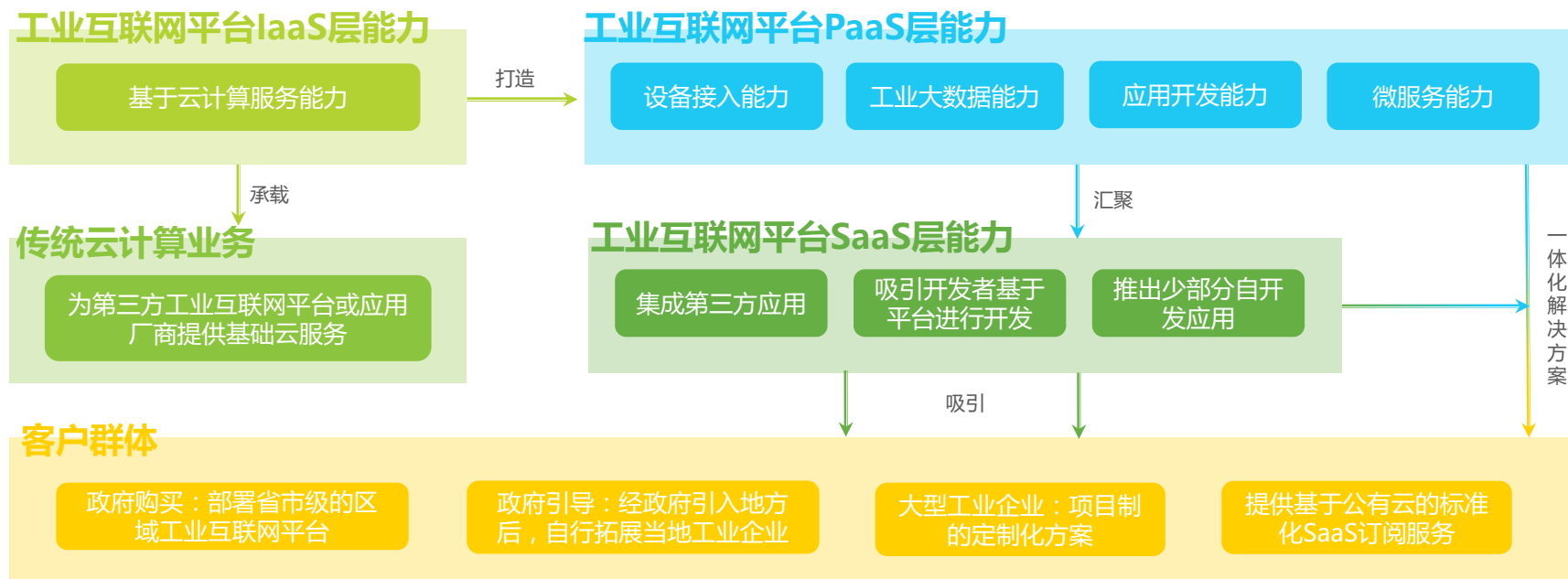
来源：艾瑞咨询根据公开资料自主研究及绘制

基于云计算的工业互联网拓展思路

完备PaaS层能力，聚焦SaaS层丰富度

任何工业互联网平台的运行都需要云计算作为底层基础设施进行支撑，这也给云计算厂商在发展工业互联网业务时带来了一个得天独厚的优势。云计算厂商充分利用自身传统资源优势，在过硬的IaaS层能力上打造自身工业互联网平台的PaaS层，通过完善和提升PaaS层能力为与第三方应用开发厂商的合作奠定基础，并吸引更多的独立开发者基于平台能力进行应用开发，以期能够为平台源源不断地汇聚SaaS层能力，进而形成自身成熟的工业互联网生态。

云计算厂商的工业互联网能力拓展路径

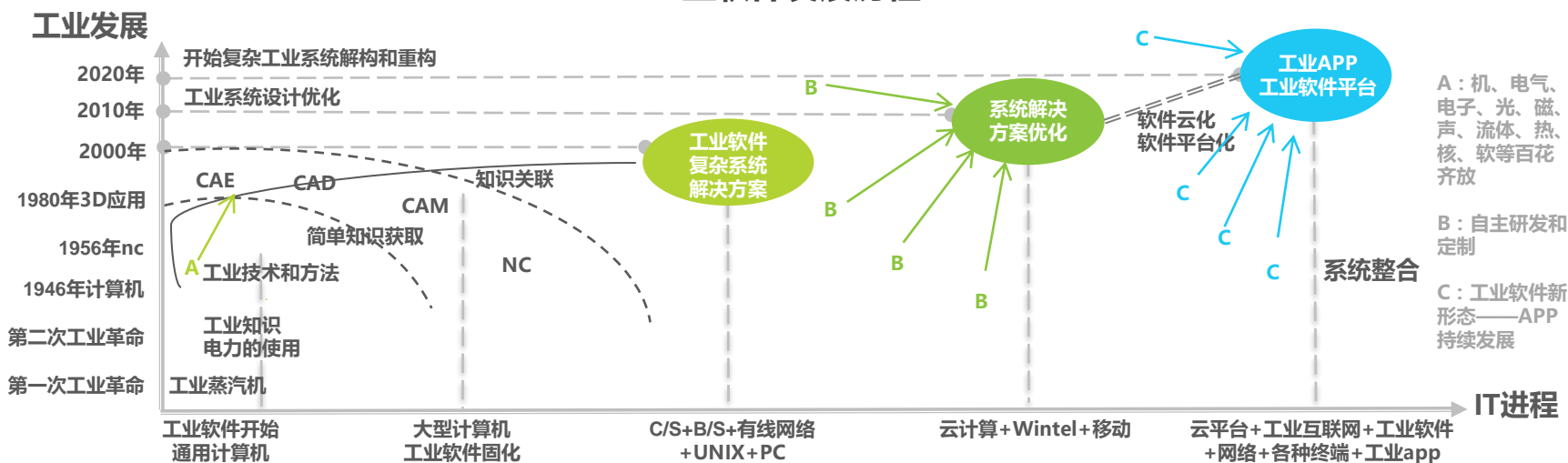


工业软件在工业互联网下的发展变革

向着云化、轻量化、平台化转变，新形态软件孕育而生

工业软件作为工业与信息产业的结合体，是智能制造高质量发展的重要基础和核心支撑，工业软件的创新、研发、应用和普及已成为衡量一个国家制造业综合实力的重要标志之一。随着新一代信息技术的不断涌现和发展，工业软件正从本地部署的复杂系统软件向云化轻量化应用软件转变，基于工业互联网平台与工业数据、工业知识、工业场景深度融合，催生了工业互联网下新形态工业体系中的新形态工业软件——工业 APP。工业互联网平台通过“低代码+云开发+开源+开发者社区”的方式，吸引大量专业技术服务商和第三方开发者基于平台进行工业 APP 创新，以往需要大投入、长周期的软件研发方式正在向低成本、低门槛的平台应用创新生态方式转变，不但研发周期能够缩短数十倍，而且也能够灵活地满足工业用户个性化定制需求。然而工业APP不是对传统工业软件的替代，反之前者不仅可以打通企业现有的各种异构工业软件之间的数据和逻辑关系，实现工业软件的集成和互联互通，还可通过其承载的工业技术知识驱动传统工业软件更高效地执行。同时操作简便以及对工业软件或产线设备所产生数据的深度挖掘和加工能力正使得工业APP成为促进工业企业数字化、智能化发展的关键环节。

工业软件发展历程



来源：艾瑞咨询根据中国工业技术软件化产业联盟与工业互联网产业联盟的《工业APP白皮书（2020）》自主研究绘制

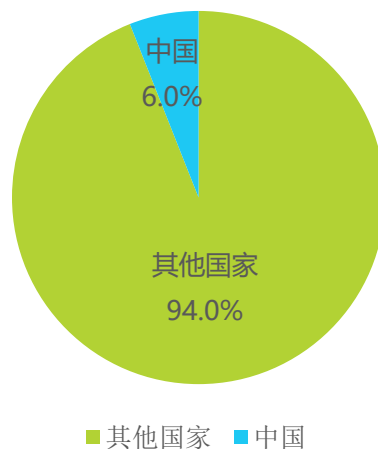
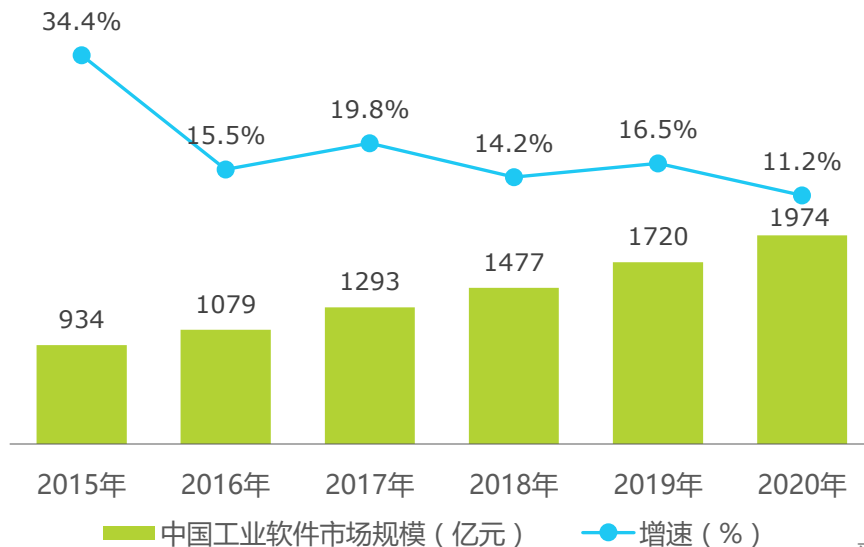
基于工业软件的工业互联网拓展思路

打造平台级SaaS产品，着眼平台搭建和生态培养，力图实现弯道超车

工业软件和应用是工业互联网发挥效能的最为直接和重要的抓手，工业软件的发展离不开最重要也是最核心的汇集了工业生产过程中关键技术、流程、知识、工艺及数据的工业知识数据库支持，传统工业软件厂商经过几十年的产品开发和企业服务，在工业数据与知识、开发经验以及客户资源等方面已经拥有了深厚的积累。在发展自身工业互联网业务时，软件厂商基于原有产品和知识经验的沉淀，打造平台级的SaaS产品和服务，而后将更多精力聚焦于平台与生态体系的搭建与培养，产品和服务的核心在于“平台化”属性，形成软件带动平台搭建，平台带动整体解决方案成型的发展路径。通过构建先进的平台生态业务模式，建立完善 ISV 服务体系，通过“Saas+Paas+ISV 云生态”一体化运营，完成从工具型的云化软件厂商向工业互联网平台型企业的转型。面对工业互联网带来的工业软件发展契机，国内软件厂商已经瞄准工业 APP 这一发展工业软件的新路径，力图缩小一直以来与国际一流厂商的巨大差距，进而赢得更多的市场份额。

2015-2020年中国工业软件行业市场规模

2019年全球工业软件市场规模占比



来源：工信部，艾瑞咨询自主处理绘制

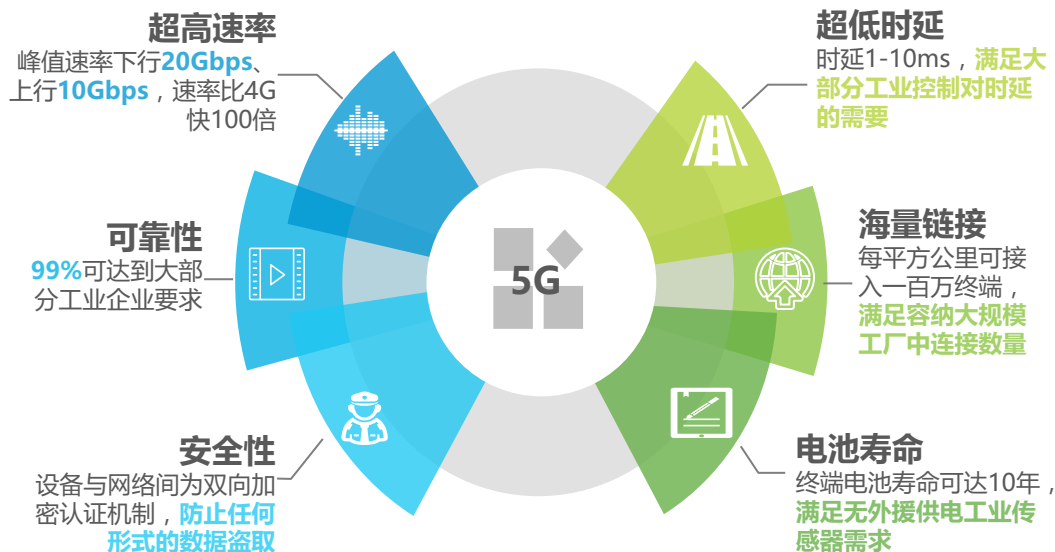
来源：Gartner，艾瑞咨询自主处理绘制

5G与工业互联网的联系

5G技术高效满足工业互联网应用多样化需求

工业互联网是第四次工业革命的关键支撑，5G是新一代信息通信技术演进升级的重要方向，二者都是实现经济社会数字化转型的重要驱动力量。在ITU-R定义的5G的三大应用场景中，超高可靠低时延通信（uRLLC）达到了工业控制对网络时延和可靠性的极高要求，海量大规模连接物联网（mMTC）满足了在工业互联背景下对海量设备的数据采集需求，增强移动宽带（eMBB）则可支撑如工业环境中超高清视频的应用。工业上会有 eMBB、uRLLC、mMTC 等多种业务并发的场景，同时部分工业应用需要数据在靠近现场的近端进行处理，另外出于机密数据的敏感性考虑，企业不希望数据进入公网，因此需要针对性地设计网络架构以确保多样化场景下的网络性能保障，切片网络架构和边缘计算网络架构应运而生。5G技术的出现和演进显著地增强了工业互联网的服务供给能力，为工业互联网快速发展提供坚实的技术保障。

5G在工业互联网中的价值



5G+工业互联网应用场景

技术手段	典型应用场景
5G+超高清视频	智慧园区的安防、人员管理
5G+AR	远程协助、在线检测、样品展示等
5G+VR	虚拟装配、虚拟培训、虚拟展厅等
5G+无人机	智慧物流、厂区安防、设备巡检等
5G+云端机器人&AGV	调度通信、实时操控或协作、集成其它视觉应用
5G+远程控制	远程控制图像回传、控制指令下达等
5G+机器视觉	图像信息实时上传、MES系统信息反馈

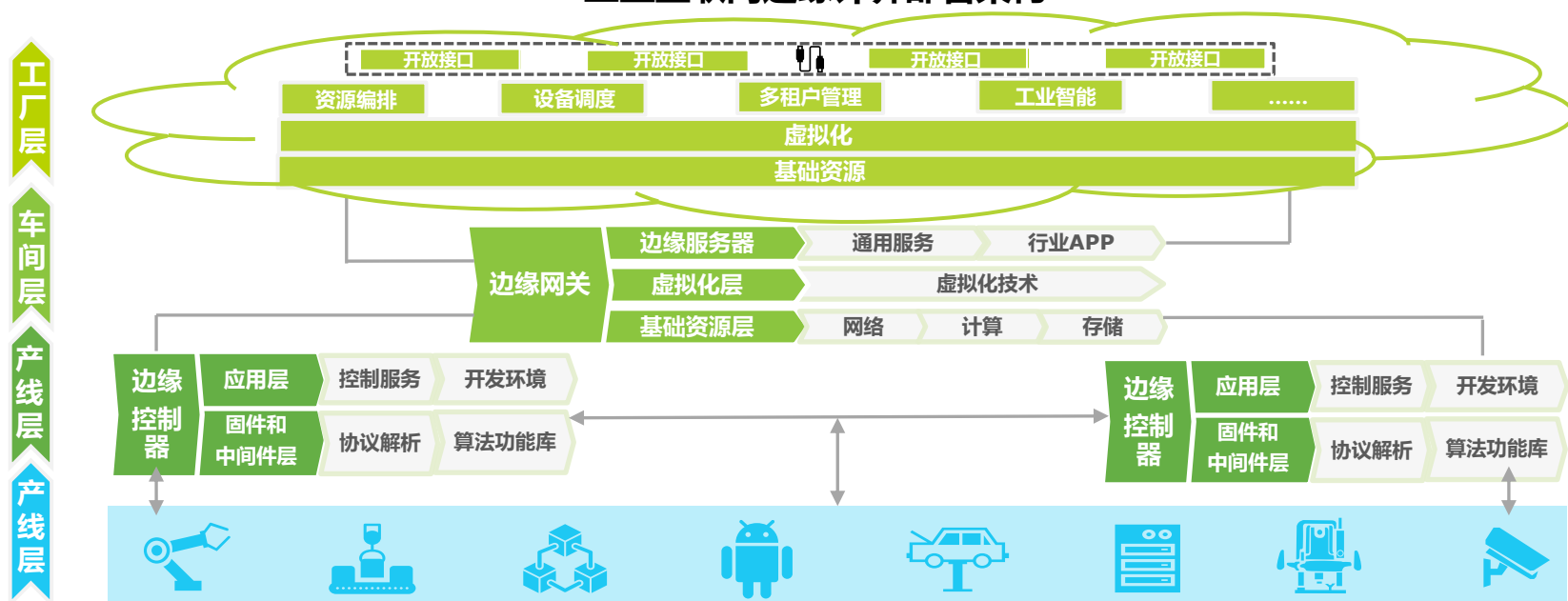
来源：艾瑞咨询根据公开资料自主研究及绘制

边缘计算在工业互联网中的价值

提供实时性、可靠性、安全性、经济性上的工业级保障

工业互联网的本质是基于全面互联而形成数据驱动智能，而边缘计算在靠近物或者数据源头就近提供边缘智能服务，实现在集中式云端计算模式下无法实现的超低延时的数据交互与自动反馈，在实时性和可靠性能够满足工业互联网的发展要求。另一方面边缘计算可承担数据预处理工作，云端进行数据的再处理和深入分析，包括共性和常用数据的存储和调用等，从而以云边协同的方式有效支撑工业生产网络化协同、智能化交互等新模式。针对特定行业对数据安全、隐私保护的要求，边缘计算网络架构将核心网下沉到园区或工厂，实现企业业务数据“不出户”，为企业提供更高的安全保障。从商业角度看，边缘计算可以节省传输资源，尤其针对视频类存在大量数据传输需求的应用，数据能够实现在本地存储和运算，既节省了边缘到核心网和 Internet 的传输资源开销和商业成本，同时也缓解了中心云的计算负载与带宽压力。

工业互联网边缘计算部署架构



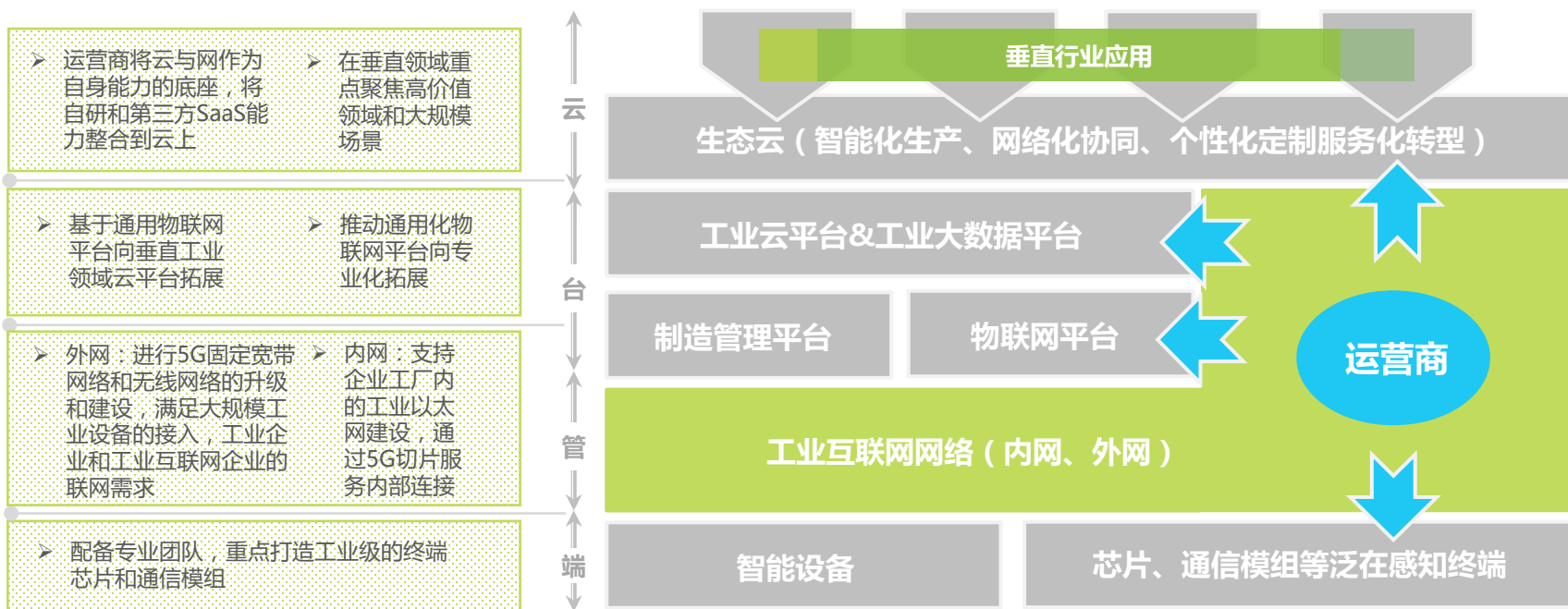
来源：艾瑞咨询根据公开资料自主研究及绘制

基于通信互联的工业互联网拓展思路

以5G网络建设为契机，从“端—管—台—云”四个方面切入

现阶段，我国工业领域网络的性能尚无法高效满足工业数字化、智能化发展的需要，工厂内网改造和外网络建设将成为未来一个阶段工业互联网行业发展的重点领域之一。作为工业互联网的“连接提供者”，电信运营商以5G网络建设为契机，基于自身资源和能力优势从“端—管—台—云”四个方面向工业互联网行业进行切入。在消费互联网时代，电信运营商与网络承载的内容失之交臂，而在当前工业互联网刚刚起步的阶段，运营商对成为产业客户数字化转型赋能者势在必得。国内三大运营商均持续加码工业互联网投入力度，打造各自的5G+工业互联网解决方案，根据工信部最新数据显示，目前全国工业企业建设“5G+工业互联网”项目超过1500个，已覆盖22个国民经济重要行业。

电信运营商的工业互联网业务拓展路径



来源：艾瑞咨询结合公开资料与专家访谈自主研究绘制

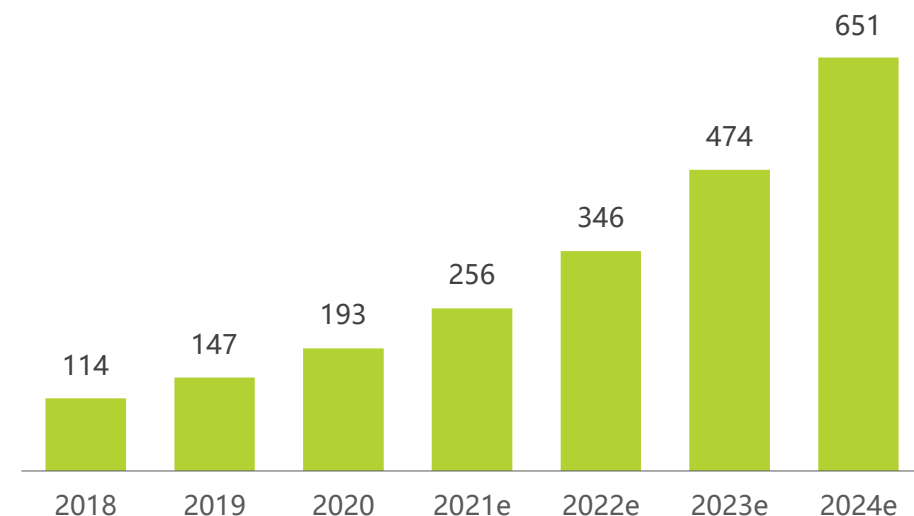
工业大数据与工业互联网的联系

工业互联网核心价值的创造者

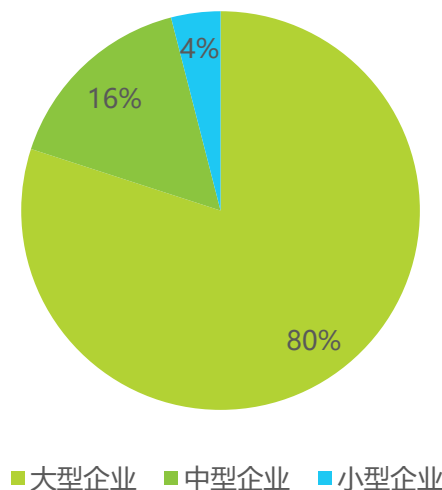
工业大数据指在工业领域中，围绕智能制造模式，在数据采集集成、分析处理、服务应用等各类工业制造环节所产生的数据，同时包括工业大数据相关技术和应用。在工业互联网平台功能架构中，工业大数据是工业互联网实现全要素互联之后的核心价值创造者，借助工业大数据技术，可以对于海量数据进行高质量存储与管理、进而支撑应用层各种分析应用的实现。工业大数据与工业互联网的其他能力基础之间是相辅相成的，5G网络能够有效满足数据传输实时性与稳定性的要求，借助边缘计算、AI分析等技术深化数据分析能力，是工业大数据和工业互联网应用实现的重要技术基础；云计算技术则是支撑广泛、分散、大量的工业大数据采集、聚合、处理、分析的关键技术；工业软件企业将软件能力转化为平台PaaS及SaaS服务，借助PaaS、SaaS核心技术提升数据采集及分析能力以图更深层次挖掘工业数据价值。目前我国工业大数据发展仍处于起步阶段，在国家政策的推动下，借助云计算、5G、AI等技术的不断成熟，工业大数据市场进入到快速增长阶段，也为工业互联网带来更多的增量需求。

2018-2024年中国工业大数据市场规模（亿元）

2018年中国工业大数据应用企业结构占比统计



来源：赛迪数据，艾瑞咨询处理绘制



基础篇：中国工业互联网行业综述

1

解析篇：工业互联网相关能力基础

2

聚焦篇：人工智能与工业互联网

3

实践篇：工业互联网应用案例

4

展望篇：中国工业互联网发展趋势

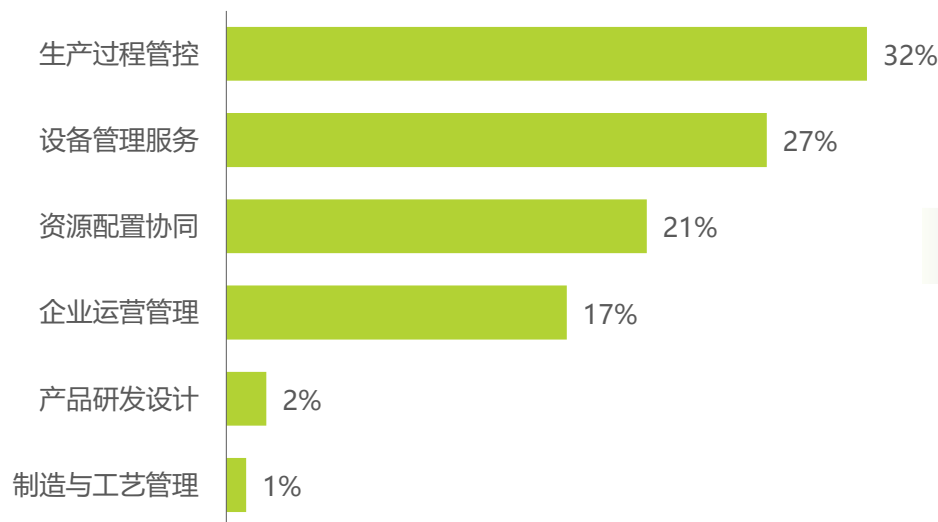
5

数据流带动的工业互联网核心价值环节迁移

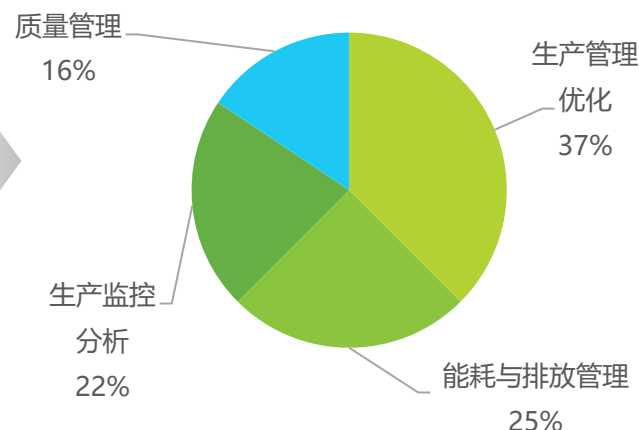
核心焦点从上云互通转向借助人工智能深挖工业大数据价值

工业互联网的建设促进了企业IT系统的云化迁移，实现了ICT系统与OT系统间要素的流转，打通了数据孤岛，企业得以获取灵活便捷、高效率、低成本的信息化、网络化、数字化基础，但要想实现真正的数字化和智能化则必须借助人工智能技术对工业数据价值进行充分挖掘。数据是工业互联网的核心资产，也是其价值创造的来源，对数据分析和挖掘的深度在很大程度上决定了工业互联网实际应用价值的高低。目前对数据挖掘价值依赖程度高的生产管控类及设备管理服务类应用是我国工业互联网的高热度场景，结合深度数据分析的设备健康管理、生产质量管理、生产工艺优化、能耗与排放管理等应用为工业企业创造了运维成本及能耗成本降低、产品质量及服务价值提升等显著的直接优化价值。

2019年我国工业互联网平台应用统计分布



生产过程管控中各项应用占比



注释：数据来自工业互联网产业联盟的《工业互联网平台白皮书》中所统计的2019年42家国内平台企业的180个应用案例

来源：艾瑞咨询处理绘制

数据流带动的工业互联网核心价值环节迁移

人工智能是工业互联网实现真正数智化价值的前提

工业互联网之于工业企业而言，是企业实现数字化、网络化、智能化转型的工具，其中平台层搭建了工业数据汇聚与处理的基础，工业软件的应用本质上实现数字化和自动化，强调机器设备的自动化功能，工业互联网的互联工具应用则是强调企业内外部的打通与协同，是工业角度的互联网+模式，人工智能的加入是在数字化、网络化的基础上实现真正的智能化。工业互联网为工业企业提供通用的算力-工业云计算和边缘计算、算据-工业大数据以及算法-工业人工智能，其中大数据作为人工智能技术发挥作用的必要燃料，其背后价值的挖掘深度决定了工业互联网价值呈现的合理逻辑是从网络化、数字化转而最终实现智能化，这也正是工业企业实现降本增效、升级优化的必经之路。

工业互联网价值呈现路径



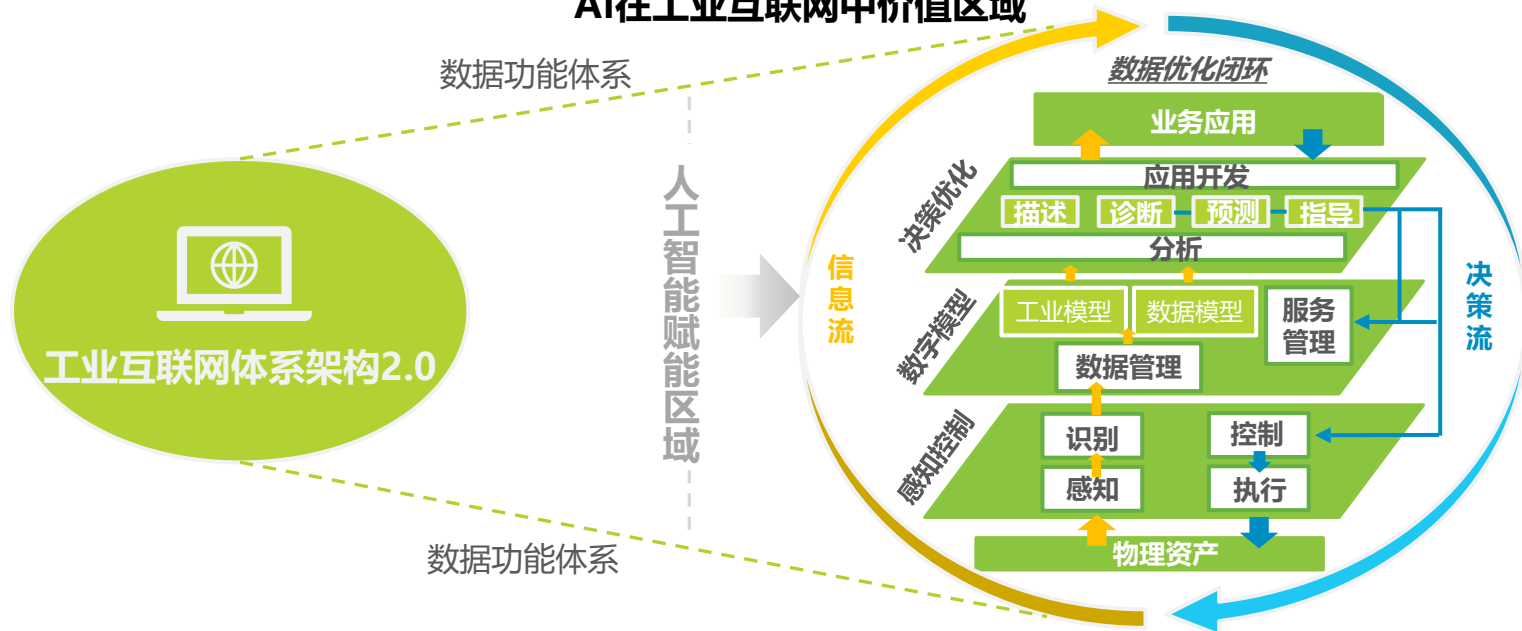
来源：艾瑞咨询自主研究及绘制

人工智能成为重新定义工业互联网产品逻辑的抓手

强化数据洞察力，拓宽工业互联网可解问题边界

工业互联网的核心是数据驱动的智能分析与决策优化，人工智能技术从广义上来看正是一种通过算法模型对数据的处理方式，人工智能技术因此开始进入工业互联网产品建设方的视野，成为服务商拉高产品价值的落脚点。以深度学习和知识图谱的为代表的人工智能技术从根本上提高系统建模和处理复杂性、不确定性、常识性等问题的能力，显著提升了工业大数据分析能力与效率，为解决工业各领域诊断、预测与优化问题提供得力工具，进一步扩大了工业互联网平台可解工业问题边界的深度和广度。人工智能驱动的工业数据智能分析支撑工业互联网实现数据价值深挖掘，强化了工业企业的数据洞察能力，成为打通智能制造最后一公里的关键环节。

AI在工业互联网中价值区域



来源：艾瑞咨询结合工业互联网产业联盟《工业互联网体系架构2.0》、专家访谈、公开资料自主研究绘制

人工智能在工业互联网中的应用

使能工业互联网形成数据优化闭环，催生多场景系统化应用

工业领域内存在着纷繁复杂的应用场景，产品研发设计、产品瑕疵质检、生产工艺优化、流程自动化等许多场景的工业机理复杂、数据分析能力需求较高，人工智能因此被视为是使能工业互联网形成数据优化闭环的关键。目前以深度学习、知识图谱、自然语言处理为代表的人工智能技术正处于多方创新和突破的时期，通过与工业领域知识融合的不断加深，AI技术正逐渐加速向工业互联网渗透，在工业企业“研产供销管”业务链条下形成众多落地应用。从工业AI技术角度来看，主要有声音、图像、知识图谱和自然语言方向的应用，声音和图像多用于质量检测与安全监管两个领域，是目前应用较多，经济效益较为明显的场景；自然语言处理更多用在智能助手，这里有别于智能客服，智能助手更加垂直和专业，如设备维修助手；知识图谱则擅长处理大规模、复杂、多点的问题，典型应用是产品质量回溯。

AI在工业互联网中的典型应用场景

	生产工艺 优化	能耗 管理	视觉 质检	质量 追溯	设备/系统 检测性维护	故障 诊断	供应链 风险管理	客户 需求分析	机器 自动拣选	远程 控制
知识图谱										
深度学习/机器学习										
计算机视觉										
自然语言处理										
	生产管理				智能运维		决策规划		流程自动化	

注释：上述应用场景中涉及的人工智能技术使用情况的选取依照常规性、主要性两个原则

来源：艾瑞咨询自主研究及绘制

人工智能在工业互联网中的应用

以解决通用型问题为能力基础，面向特定行业差异化延伸

工业智能的本质是通用人工智能技术与工业场景、机理、知识结合，实现设计模式创新、生产智能决策、资源优化配置等创新应用。工业智能在工业系统各层级各环节已形成了相对广泛的应用，其细分应用场景可达到数十种，正如前文所述工业领域不同细分行业对工业互联网类型与功能的需求各不相同，工业智能亦是如此。不同行业依托工业智能，获取解决通用型问题的能力的同时，基于行业特点、面向行业特性痛点问题延伸出差异化方向。

工业智能在典型细分行业的应用概况

行业	行业业务痛点	典型应用模式	应用路径	典型AI技术应用
电力	产业链较短、高价值设备多、流程管控要求高、产品价值低、安全风险大、能耗高、安全与环保政策压力大等	设备/系统状态监测与预警、智能诊断、新能源消纳、智能存储、负荷预测、需求侧管理与预测	应用场景集中在生产环节，由生产环节切入，从基础的描述、诊断走向预测、洞察，并逐步扩展至需求侧管理，实现全流程的高效管控，深化智能应用	机器人巡检，智能监控、AI图像识别，基于知识图谱的排放管理，自动识别，智能控制，基于深度学习的设备监测、工艺与流程优化的智能辅助决策等
钢铁		安全监控、能耗管理、排放控制、作业流程与工艺优化、设备监测、物流管理		
航空	缺乏系统性和智能化的设计工具、零件数量级大、工艺问题、产品结构复杂、产品价值高、工序分散、调度复杂、装配环节难度及复杂度高、产品运维难度大等	分析设计提升、材料分析、排程管理、工艺调优、预测性维护、服务运营改善	应用场景分布较广，应用场景相对丰富，未来发展路径：一是从设计和生产环节切入，整体从诊断、预测走向洞察，同时与配套服务结合，走向生产服务化；二是从不同主体应用实践切入，围绕各自业务拓展工业智能在服务环节的应用深度，走向服务洞察	基于机器学习/深度学习的材料分析优化、仿真设计优化、排程管理等，基于计算机视觉的质量检测
船舶		生产优化、智能资源管理、预测性维护、供应链协同		
电子信息	个性化需求强烈、市场需求变化快、产品更新迭代要求高、产品同质化问题严重、后市场增值服务需求显现、流水线工人招工难且成本攀升	制造流程与方式优化、设备健康管理、产品质量检测	应用场景分布较广，在多个环节形成点状应用，未来发展路径：一是基于价值的分析深化，从设计和生产环节切入，整体从诊断、预测走向洞察，主要围绕产品价值聚焦设计和质检过程；二是围绕工业智能应用新领域如增值服务，从业务创新切入，探索未来服务新模式	基于计算机视觉的图像检测、工序检验，基于知识图谱的质量追溯，基于深度学习和知识图谱的设计仿真、预测性维护、用户需求分析等
汽车		设计仿真、质量检测、工序检验、规模化定制生产、质量追溯、服务化延伸		
家电		规模化按需定制、柔性生产、产品设计、定价与组合优化、服务化延伸		

人工智能在工业互联网中的部署

应用部署将从以平台侧为主向平台+边缘共生演进

当前人工智能主要通过三种模式融入工业互联网。第一，直接将AI算法或模型嵌入工业互联网平台层，以提升平台层数据分析能力；第二，提供工业AI软件系统，并通过云端部署形成标准化的工业互联网SaaS层应用；第三，提供一套工业互联网框架下包含软件和边缘侧硬件的完整系统。部署过程中会根据行业类别、产品相似度、场景条件、问题共性等因素对不同AI模型进行组合，对同一个行业来说，针对同一个环节将模型尽量标准化以实现移植应用。现阶段工业智能应用以平台侧为主，后期会向边缘侧发展，边缘侧的实时性要求需要AI模型产出的结论与产线或者设备形成控制闭环，艾瑞认为目前我国工业企业自动化程度不一，现场数据质量不高，并且企业对于人工智能的应用较为保守，时下落地较多的应用无论是安全监管还是质量检测都主要集中于平台侧，边缘侧工业智能的下一阶段发展需要配套基础设施和能力的共建。

工业智能的部署过程



甲方企业评价标准

技术上：产品功能是否达到期望

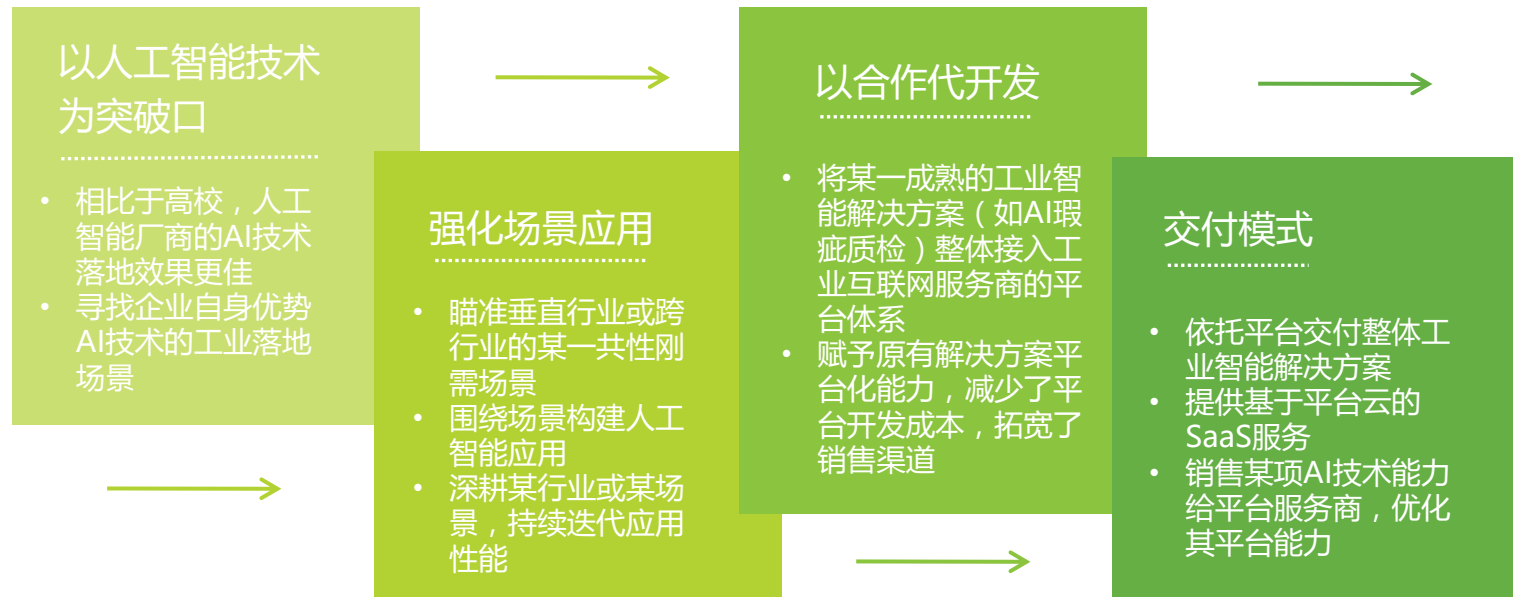
效果上：签订合同时明确量化的效果评价指标，如可减少能耗的量级、缩短运维时间的长度、提高瑕疵检出率的比例

基于AI的工业互联网参与者拓展思路

技术为先，场景为王，合作共赢

随着《互联网+人工智能三年行动实施方案》、《新一代人工智能发展规划》、《促进新一代人工智能产业发展三年行动计划》等多份国家政策文件的发布，开展人工智能与工业结合应用成为了重要发展趋势。工业领域每个下游行业场景都有其原生的价值链条，同时各个行业的Know-how有着较高的壁垒，人工智能服务商在开展工业领域业务时，大多基于自身技术优势和特点去寻找适合实景落地的垂直细分行业或者某一共通性工业场景，在特定场景应用中持续打磨自身工业智能产品和服务。“聚焦”被大多数AI厂商视为优先的发展策略，通过与成熟的工业互联网平台型企业开展合作，以融入而非自主开发的方式获取平台能力，不仅极大地减少了自研开发的成本和风险，而且为迭代、优化、创新自身工业智能解决方案提供了丰富的资源储备。

人工智能厂商的工业互联网业务拓展思路



来源：艾瑞咨询根据专家访谈自主研究及绘制

人工智能技术在工业应用中的痛点

数据、算法、算力的不足制约了AI在工业领域的普及应用

人工智能技术本身的发展离不开数据的支撑，工业领域由于自身复杂、多样且专业性强的行业特性，导致其缺乏优秀的工业主题AI数据模型，也没有很好的工业标注数据集用于AI算法训练。此外包括底层硬件、计算框架、开发平台等AI基础设施在工业领域的建设也较为落后，这直接限制了工业智能化的发展。数据、算法和算力的短板导致了当前AI技术在工业领域的应用场景主要呈现点状分布，普及范围有限。

AI在工业互联网中的三大痛点



数据和专家
Data And Expert

数据

- 工业数据量级大且复杂，标准不一
- AI算法训练的数据标注难度大，缺乏很好的工业数据集用于算法训练；比起专门的AI领域有数据标注公司，工业领域还没有类似产业链服务
- 工业领域的数据行业属性强，需要业务专家和深度学习的专家配合完成数据的采集、标注和模型的开发、训练，目前行业内合适的专家资源不足



算法模型
Algorithm Model

算法

- CNN、BP等主流神经网络对新数据泛化性较差，导致其目前主要应用于产品缺陷检测、设备预测性维护等低危、辅助和以最终表现为评价标准的工业场景，缺少在高危场景中具有可靠性的深度学习模型
- 在工业领域的每次检修或更换零件，都可能需要基于新的传感器数据重新训练模型。跨设备或跨客户的使用也会让模型迁移性经受大的挑战



基础设施系统
Infrastructure System

算力

- 在算法工程师针对数据集进行算法的开发和模型训练的时候，需要提供专业的AI训练和推理平台
- 相应的AI基础设施中涉及的ICT技术领域多，落地集成和实施复杂，维护成本高

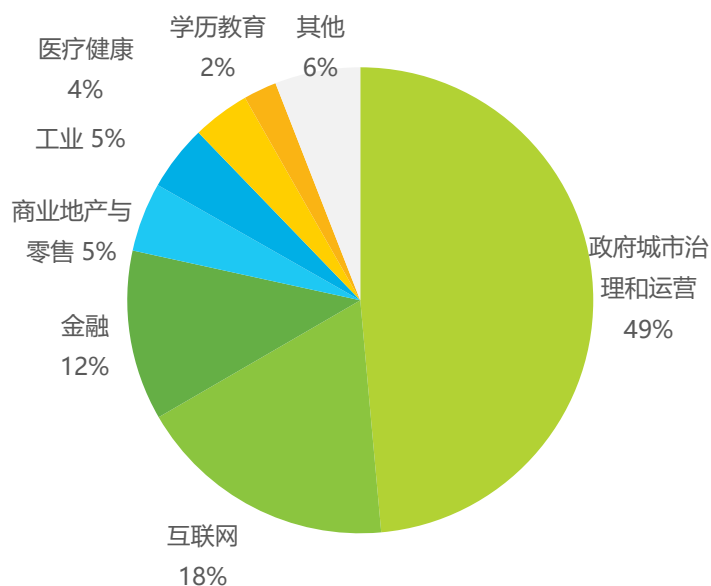
来源：艾瑞咨询根据公开资料与专家访谈自主研究及绘制

人工智能赋能工业

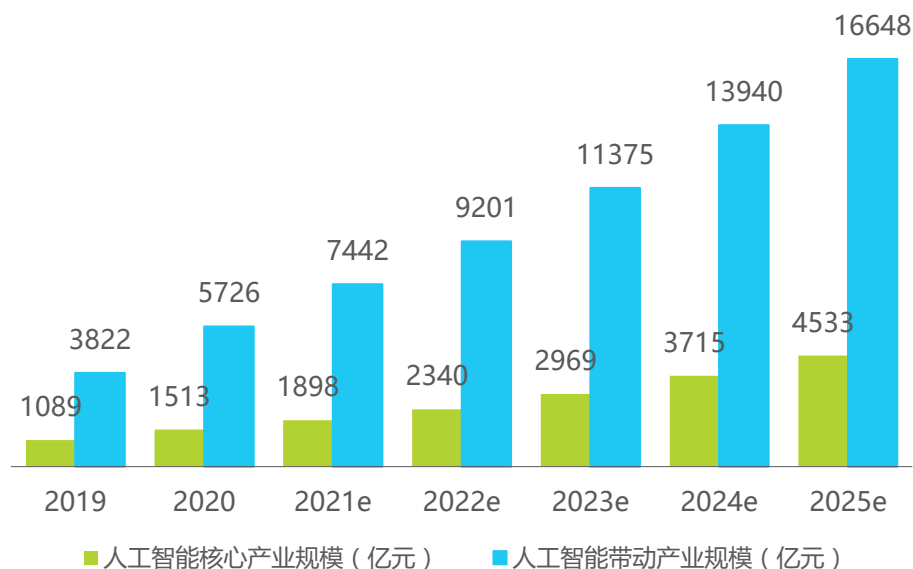
人工智能在工业领域应用的市场前景广阔

2020年，中国人工智能市场主要客户来自政府城市治理和运营（公安、交警、司法、城市运营、政务、交运管理、国土资源、监所、环保等），互联网与金融行业也位居前列，然而作为国民经济支柱产业的工业在人工智能市场份额中仅占到5%。随着人工智能与工业互联网共同被纳入新型基础设施建设范畴，行业双双提速发展的态势基本确定，加之工业领域多样化的场景需求，预计未来五年，中国工业领域中人工智能技术的使用率将显著提高，工业智能的应用市场前景将十分广阔。

2020年中国人工智能市场行业份额



2019-2025年中国人工智能产业规模



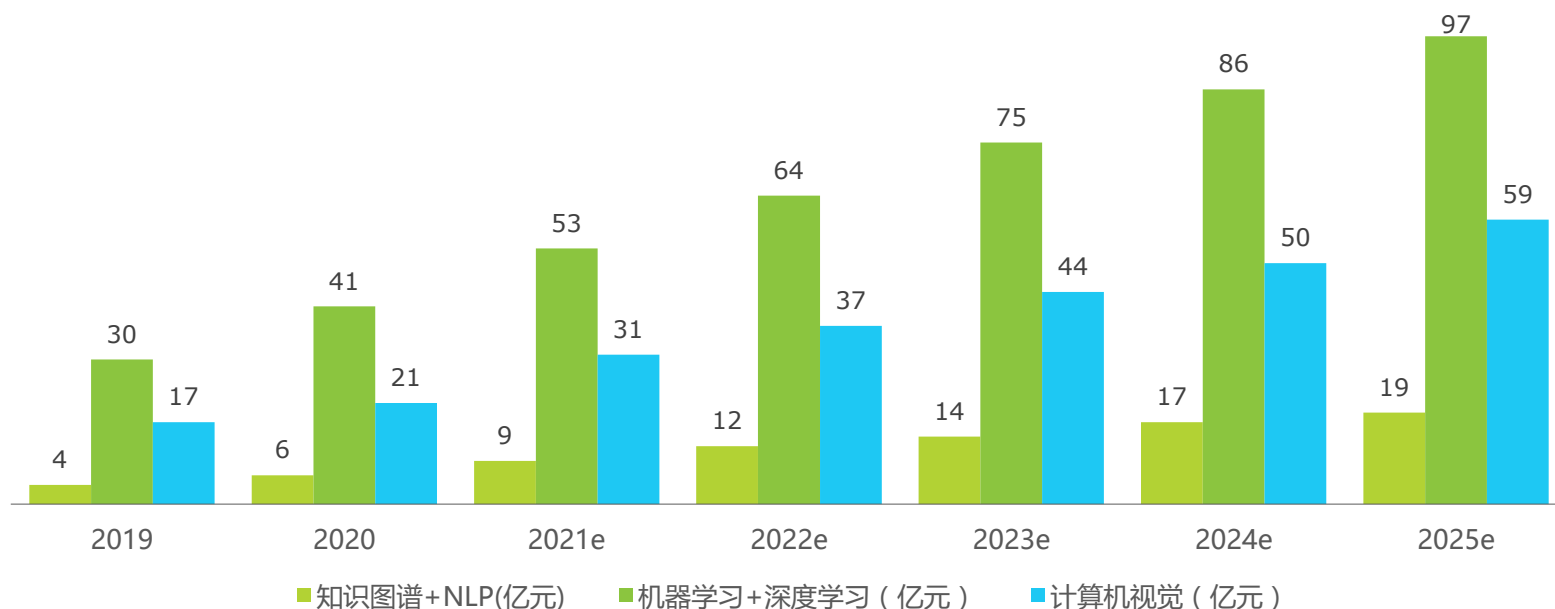
来源：艾瑞长期政府及企业服务数据监测，结合行业专家访谈，根据数据测算模型，自主研究及绘制。

人工智能在工业互联网中的渗透

人工智能将重新切割工业互联网投入空间

2020年以机器学习与深度学习、知识图谱、NLP、计算机视觉为技术主导的我国工业智能应用核心产业规模为68亿元，年均复合增长率达到27.96%，产业整体具备高成长性。然而目前人工智能服务商多以自身独立的系统交付工业智能解决方案，工业互联网平台服务商提供的平台AI功能也以基于开源框架的算法模型自主开发为主，平台AI功能集中于基础性的数据分析能力优化，AI技术并未在工业互联网中实现广泛化应用。总体来看，现阶段工业智能与工业互联网的结合应用呈星点状分布，未来随着工业互联网对数据价值深度挖掘的依赖性提升，人工智能技术将加速向工业互联网融入，工业互联网建设的资金投入比例将重新洗牌。

2019-2025年中国工业智能核心产业规模



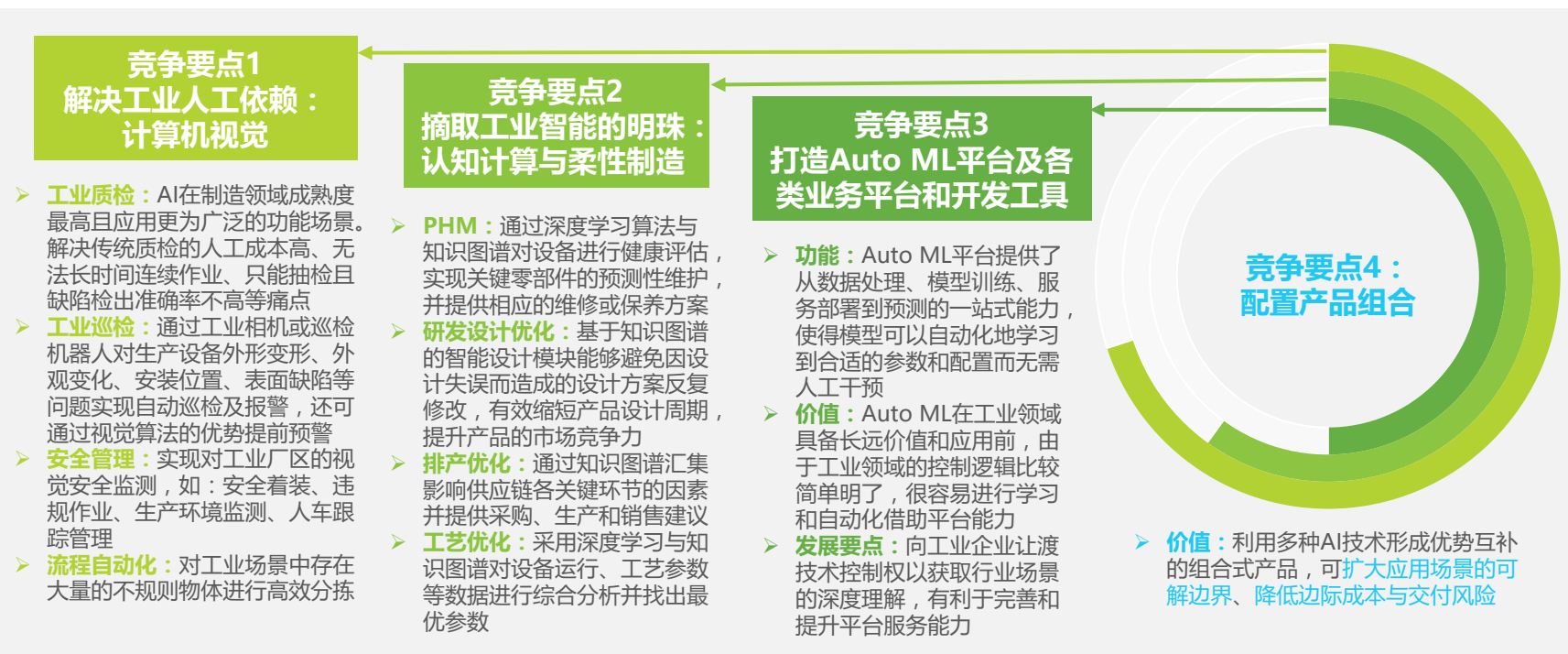
注释：规模推算以知识图谱、NLP、机器学习/深度学习、计算机视觉等工业领域主要应用的AI技术为基础
来源：艾瑞咨询结合国家统计局数据、工业企业招投标信息、企业调研与专家访谈，根据测算模型自主研究及绘制

打造能够经受实景检验的AI工业互联网

四大工业智能布局方向助力工业互联网塑造竞争优势

工业互联网的真正价值不在于为工业企业锦上添花而应是雪中送炭，人工智能技术的注入是以系统化的方法和规则助力工业互联网解决工业实际场景中的某些痛点。基于深度学习技术的计算机视觉在质检、巡检等场景中实现了机器代人，在提高生产效率的同时释放了企业人力成本；以知识图谱、自然语言处理为主的认知智能技术，促进了工业知识的积累，提升了企业决策速度与精度；AutoML平台的模型自动化塑造能力则提高了算法模型在实景中的适配性。AI技术的纵向升级使得采用多种路径解决复杂工业问题成为可能，未来融合多种AI技术的工业互联网将是相关服务商打造竞争优势的重要切口。

AI+工业互联网的竞争要点



来源：艾瑞咨询自主研究及绘制

基础篇：中国工业互联网行业综述

1

解析篇：工业互联网相关能力基础

2

聚焦篇：人工智能与工业互联网

3

实践篇：工业互联网应用案例

4

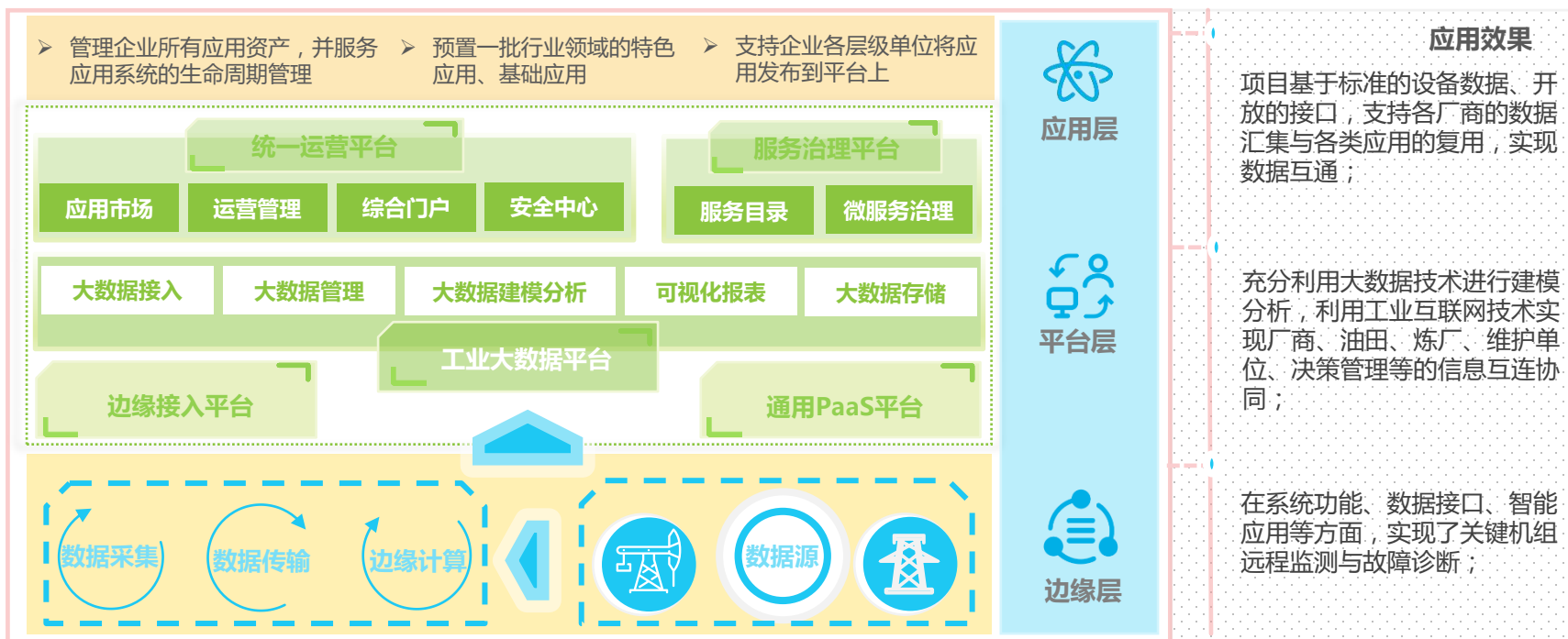
展望篇：中国工业互联网发展趋势

5

赋能某能源集团数字化、智能化转型

在油气生产过程中，设备是生产动力的“心脏”，保障设备安全、高效、正常地运行，提高设备健康管理水平，是保障企业安全生产、降本增效最直接有效的手段。以往依靠人力检修的方式，不仅运维成本高，而且严重依赖运维人员的专业性，无法保障最优的资产运行效益。此外，随着业务的快速发展，油气企业亟需打通和整合上中下游生产的数据资源，将工业知识、专家经验有效沉淀、传播、复用。在此背景下，国双利用其工业互联网综合解决方案帮助某能源集团将数据采集，数据分析、工业模型的训练和管理、设备监测等环节与人工智能结合，构建出一条完整的数据链路，解决了边缘应用、开发效率、模型管理及训练、智能化预测预警等问题，推进了企业数字化、智能化转型进程。

Gridsum COMPaaS 工业互联网平台建设方案&应用效果



来源：艾瑞根据公开资料与专家访谈自主研究绘制。

融合产业人工智能，构建工业互联网全技术栈能力

国双成立于2005年，公司以服务企业和政府组织数字化、智能化转型为业务主线。Gridsum COMPaaS作为国双自主研发的工业互联网平台，融合了国双自主知识产权的云平台、大数据及人工智能、工业经验和知识、工业模型、边缘计算等技术，整合了多种核心技术平台与组件，具备构建工业互联网的全技术栈能力，可有效支持不同行业工业互联网应用。其中国双自研的人工智能技术除了具备深度学习以及感知能力以外，同时结合了数据科学家、行业专家的经验与知识并将其代码化，实现基于知识智能的数据融合，运营机器学习和知识图谱等技术帮助工业企业实现智能决策。

Gridsum COMPaaS工业互联网平台功能和优势

应用市场

汇聚各类精品应用，涵盖生产优化、状态监测、故障诊断、辅助维护等多种应用分类。

工业PaaS

提供资源管理、系统监控、开发运维流水线管理等一体化的工作平台。

微服务架构

预置高性能、高可用、高安全的人工智能设备管理等业务类服务与大数据分析、边缘计算等技术类服务。

数据服务

一站式的数据服务平台，可实现工业大数据的集成、存储、治理、计算分析与展现。

边缘计算

面向工业数据采集和设备管理，实现工业设备连接和边缘数据实时分析处理；可根据用户实际需求进行集群化部署。

核心优势

支持企业实现中台战略

充分满足业务与运营需求，提高效率与洞察力

实现高效可靠的数据价值挖掘

友好的开发、测试与运维环境

降低运营复杂度，提升运营管理质效

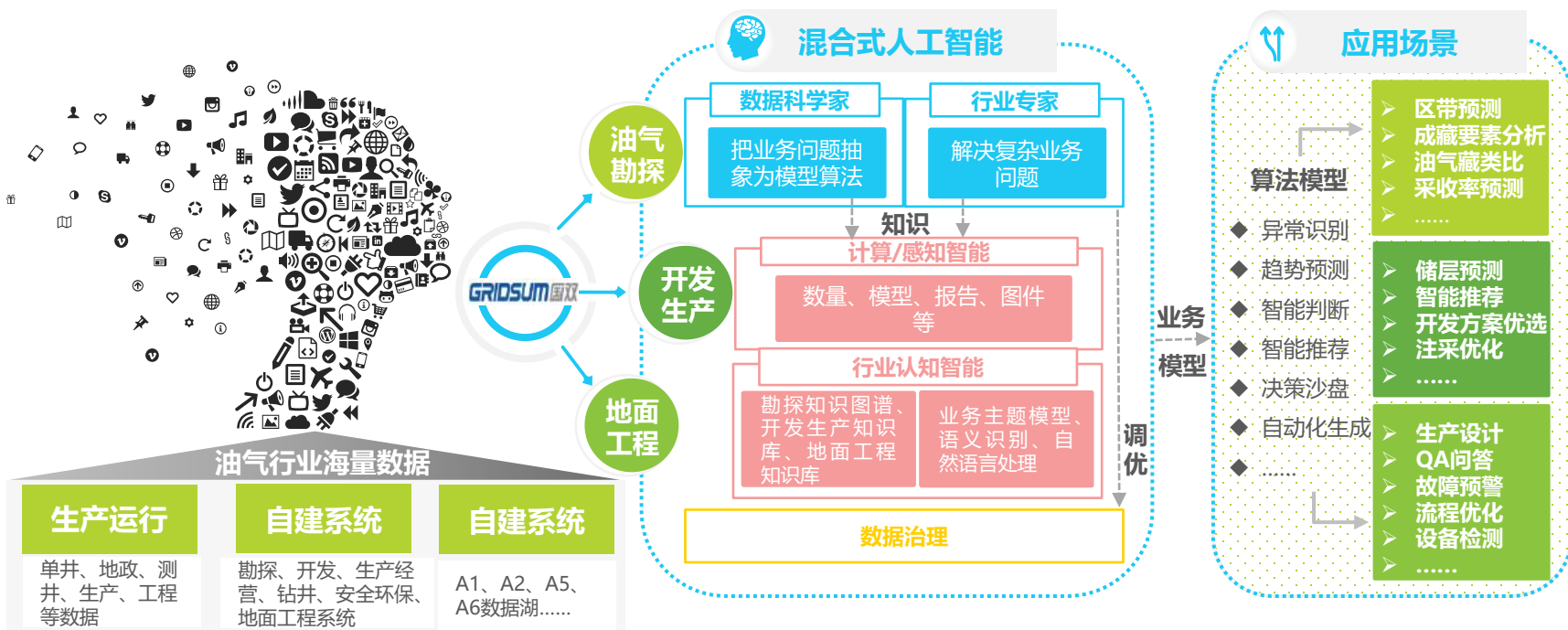
平台级安全防护策略

来源：艾瑞根据公开资料与专家访谈自主研究绘制。

借“数、智”之力，助油气田企业智能化生产

作为企业级大数据、人工智能解决方案提供商，国双依托丰富的技术积累与沉淀，融合行业资深专家和数据科学家知识经验，深挖行业痛点，对接业务需求，为油气田企业提供了全业务链的智能解决方案。方案在油气田企业数字化建设、自动化改造的基础上，应用机器学习、知识图谱、NLP等技术，提升了智能生产运营及安全管控能力，逐步实现了油气田生产业务的可视化、自动化与智能化，打造了具有全面感知、自动预测、智能优化、智能调控特点的智能油气田，推动了油气田精益生产、降本增效、绿色安全与高质量发展。目前国双已先后服务过中国石油油气田企业、研究机构等多家单位。

国双人工智能技术的行业解决方案



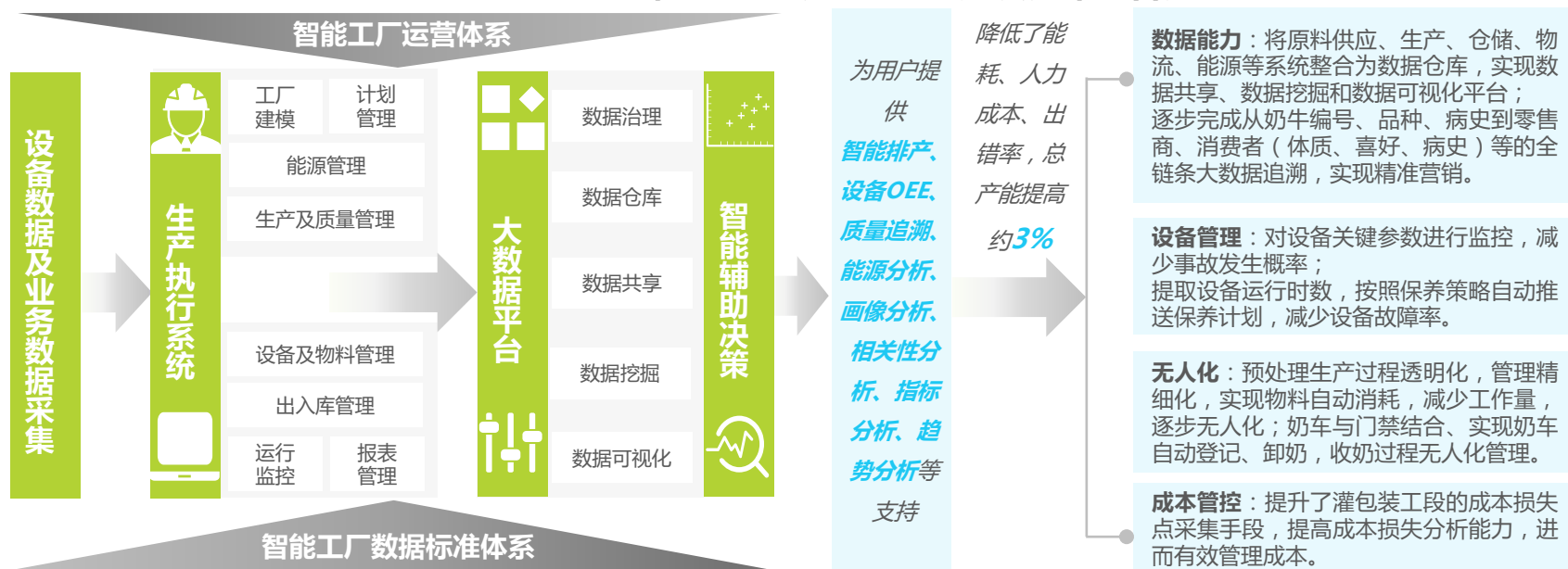
来源：艾瑞根据公开资料与专家访谈自主研究绘制。

智通云联数字工厂平台Smart.DPP

以Smart.DPP平台为核心，助力乳制品企业打造数字化工厂

随着消费者个性化需求的日益增多，食品安全也愈发受到重视，乳制品行业面临成本不断提高、一体化协同效率低、同质化竞争明显、产业链偏中低端、企业核心技术能力急需提高等问题，而在微观生产环节上从原奶到成品的工艺工序繁多、检验环节复杂，因此乳制品企业数字化转型需求迫在眉睫。智通云联基于工业互联网平台Smart.DPP，围绕知识图谱技术，以乳品生产过程为建设核心，通过数据采集平台与相关设备及系统集成，实现了管理业务横向互联，制造业务纵向集成，数据信息上下互通，进而完成生产、质量、设备、成本智能化协同管理。方案实施后，实现乳制品企业生产线数据的实时采集和可视化展示，提高了管理精细度，帮助企业实现降本增效；实现生产全过程全要素的协同分析与优化管理，高效支撑智能决策；实现了从牧场、生产、流通和经销商的全链条信息和质量追溯的能力。

基于Smart.DPP的乳制品企业数字化工厂解决方案&客户收益



来源：艾瑞根据公开资料与专家访谈自主研究绘制。

以工业知识为纲的智能制造系统解决方案服务商

智通云联核心团队坚守工业知识领域十余年，打造了基于大数据、计算机视觉、自然语言处理、知识图谱等智能技术的工业互联网平台及软件，形成了集软硬件及服务于一体的解决方案，服务于众多石油石化、食品饮料、国防军工、包装与餐饮行业标杆企业，经过严苛的工业现场验证，赢得了军工、石油石化等行业客户的认可，并且于2019年入选工信部智能制造系统解决方案供应商。

智通云联工业互联网平台Smart.DPP的应用场景与价值

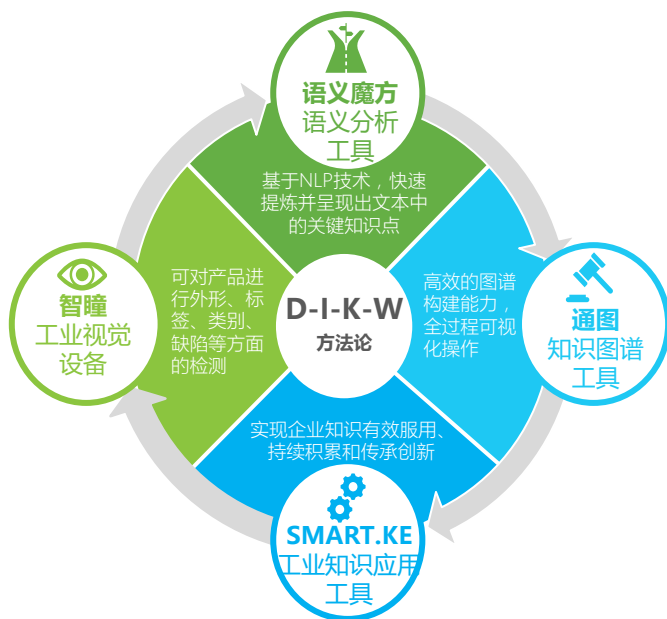


来源：艾瑞根据公开资料与专家访谈自主研究绘制。

打造D-I-K-W模型为基石的多维度工业智能解决方案

智通云联以数据-信息-知识-智慧的D-I-K-W模型为方法论基石，依托大数据、自然语言处理技术，实现数据采集、知识提炼，形成不同行业的知识图谱，即行业大脑。同时，面向工业领域不同的应用场景，提供基于知识图谱的智能应用，在D-I-K-W每个阶段都设有相应的智能工具，具备为工业企业客户提供一体化或特定场景的数字化、知识化、智能化解决方案的能力。

智通云联工业智能产品体系



- **图像采集**：基于高分辨率的工业相机进行图像采集
- **视觉处理**：基于视觉算法对采集完成的图像进行处理与识别
- **质量控制**：通过预制规则对识别的结果进行合规校验
- **产品分拣与剔除**：根据校验结果自动进行产品分拣或不良品剔除



- **信息采集模块**：通过互联网、数据库、文件服务器等多种采集方式，自动采集多源、异构、广域的信息资源
- **加工提炼模块**：通过可视化流程工具构建适合业务需求的语义分析模型，支撑各类关键知识点的加工提炼
- **行业工具箱**：汇聚多行业语料，模型，字典和流程，快速提供行业语义处理方案



- **数据DNA模块**：通过独有的关系挖掘算法，让机器自动分析数据关系，使数据脉络关系显性化
- **知识图谱构建模块**：多源异构数据自动构建成为知识图谱，运用图谱检索方式-图径，帮助用户快速呈现数据间的路径关系
- **知识图谱应用**：基于图谱计算、路径推理、意向分析，融合NLP，提供不限定场景和领域的智能知识服务



- **知识全生命周期管理**：包含知识“采-存-管-用”
- **智能化程度高**：大大降低人工知识贡献难度，持续丰富知识库
- **灵活的微服务云架构**：提供安全可靠的对外知识服务API及组件化方式定制的各类知识应用

来源：艾瑞根据公开资料与专家访谈自主研究绘制。

浪潮云洲工业互联网平台

为某国内电机制造龙头企业建立现代化数字车间

利用浪潮云洲工业互联网平台智能制造服务，引入条码管理、设备数据通讯、数据可视化、人机协同等技术，为机械制造行业打造精益的生产管理信息系统，提高生产车间信息化管理水平，实现产品全生命周期管理，为产品追溯和质量追踪工作提供支持，帮助制造型企业解决生产管理过程中设备管理、条码标识与自动扫描等问题，大幅提升生产效率。在方案架构方面，通过MES系统、上层ERP系统与PDM、WMS、智能生产线、智能设备的系统集成，实现数字化制造对智能制造各个环节业务数据的整合、分析，通过直观的展现方式，方便管理者及时掌握生产运营状态，为生产平稳高效运行提供数据支撑，达到智慧决策的预期效果。

机械行业智能制造解决方案业务架构



来源：艾瑞根据公开资料自主研究绘制。

航天云网INDICS工业互联网平台

以INDICS平台为底座，打造电子行业智能制造解决方案

电子行业智能制造解决方案聚焦于以手机、平板电脑为代表的3C产品制造行业，涵盖SMT产线、整机装配、装机测试以及成品包装等生产过程，通过精益化、自动化和数字化建设，集成航天云网INDICS平台实时采集生产过程数据，实现基于数据分析的智能决策，提升电子行业制造全流程的生产智能化。针对电子行业面临的劳动密集型、质量不可控、生产效率低、生产瓶颈严重、产能难提升、人员成本高等共同性问题。该方案从以下方面对行业内企业业务进行优化升级，包括改善车间布局，实现物料流转的优化配置；通过基于精益生产的标准工艺规范和作业指导，提升生产过程标准化水平；打通设备层至企业层的数据链路，横向集成企业信息化系统，实现数据实时互通与共享，为企业生产、技术管理与经营决策提供数据支撑，转向以数据驱动生产运营的制造模式。

手机制造智能车间方案实例

行业特点	方案价值	客户案例收益
个性化需求多，且质量要求高	柔性化弹性生产系统，提升交期准确性	产品研制周期：缩短30%
多品种、小批量生产，交期要求快	梳理产线物料流和信息流，消除浪费，依照TT时间，优化CT时间，建立弹性生产系统，较小生产线对交期的影响，提升交期的准确性	质量问题：降低10%
劳动密集型，沟通成本高	无纸化办公，提升生产及管理效率	资源利用率：提高30%
高效的设备，低效的管理	取消纸质流转单等，实现电子化办公，电子化生产等，让数据在系统中流转，让数据在系统间流转，提高生产效率，提高管理效率，提高追溯等效率	运营成本：降低30%
信息系统各自为政，信息孤岛随处可见	人工智能大数据，提升产品质量	降低操作人员：减少70%
纸质数据，数据管理难	利用人工智能技术，消除传统检验技术的瓶颈，提高检验有效性，和检验成功率，从而提升产品质量，降低质量成本，提升产品竞争力	效率：提升80%
异常靠“喊”，处理及时性差		产能：提升80%



行业

方案

收益



来源：艾瑞根据公开资料自主研究绘制。

基础篇：中国工业互联网行业综述

1

解析篇：工业互联网相关能力基础

2

聚焦篇：人工智能与工业互联网

3

实践篇：工业互联网应用案例

4

展望篇：中国工业互联网发展趋势

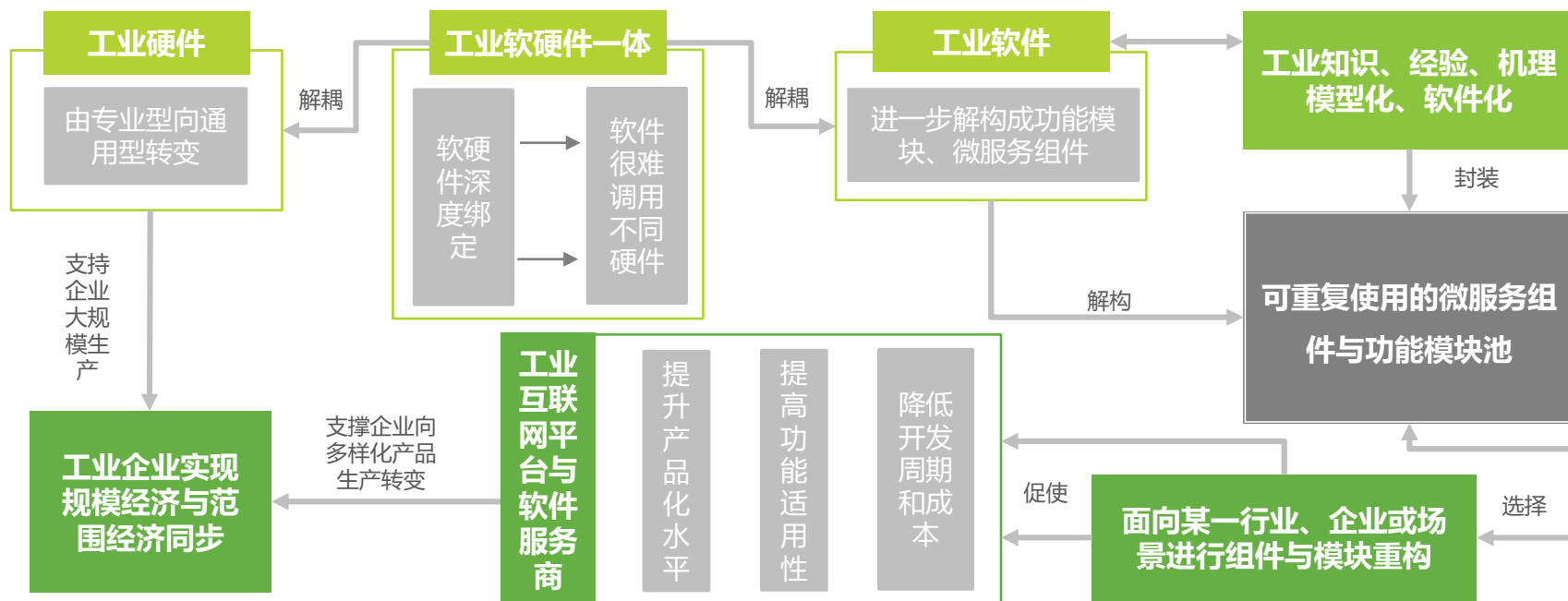
5

工业互联网发展趋势：解构与重构

专有、定制化的产品走向灵活组合、即插即用的开放系统

如前文所述，工业互联网在解决实际问题时首先就要面对工业领域繁杂多样的细分行业与企业需求，当下服务商多采取为工业企业提供定制化的专有产品的服务方式，产品的低可复制性与移植性严重制约服务商的服务效率与商业回报，同时，工业企业也需要灵活便捷的数字化系统来平衡规模化生产与个性化需求之间的矛盾。针对上述问题，本身具备松耦合架构特点的工业互联网将进一步解耦工业软硬件、解构平台与软件，形成以功能模块和微服务组件为能力单元的平台构建基础，未来工业互联网平台与软件将由自己的一个个可复用的“乐高组件”重构成为满足各类型企业和多样化需求的开放系统。

工业互联网的解构与重构路径



工业互联网发展趋势：构建应用生态

平台型企业着眼三条路径加速推进应用生态建设

作为驱动工业互联网赋能企业的核心板块，平台层的价值不仅在于汇聚和承载能力，更在于其提供应用的数量与质量，工业领域场景的复杂性及多样性正向平台型企业的应用服务发出挑战。构建丰富的平台应用生态成为了各大平台型企业发力的重点，下一阶段应用的探索与推广将是工业互联网的发展主线。应用生态的完善也将牵引我国工业互联网与5G、边缘计算、人工智能等新技术的融合，加速技术创新与产业合作，在不断的“尝试-反馈-改进”迭代中寻找出更加贴合实际场景需求的应用，从而真正发挥出我国产业的综合性优势。

平台型企业构建应用生态的三大着眼点

打造开发者社区

- 完善工业互联网平台模型、工具和能力，为独立开发者提供全面的技术支持
- 加速平台工业数据、机理、知识的沉淀
- 推广开发者应用



联合专业技术服务商

- 积极寻求与专业技术服务商的合作，迁移对方成熟解决方案至工业互联网平台（如融合AI服务商的工业质检解决方案），形成高价值应用的快速积累

深耕垂直行业客户

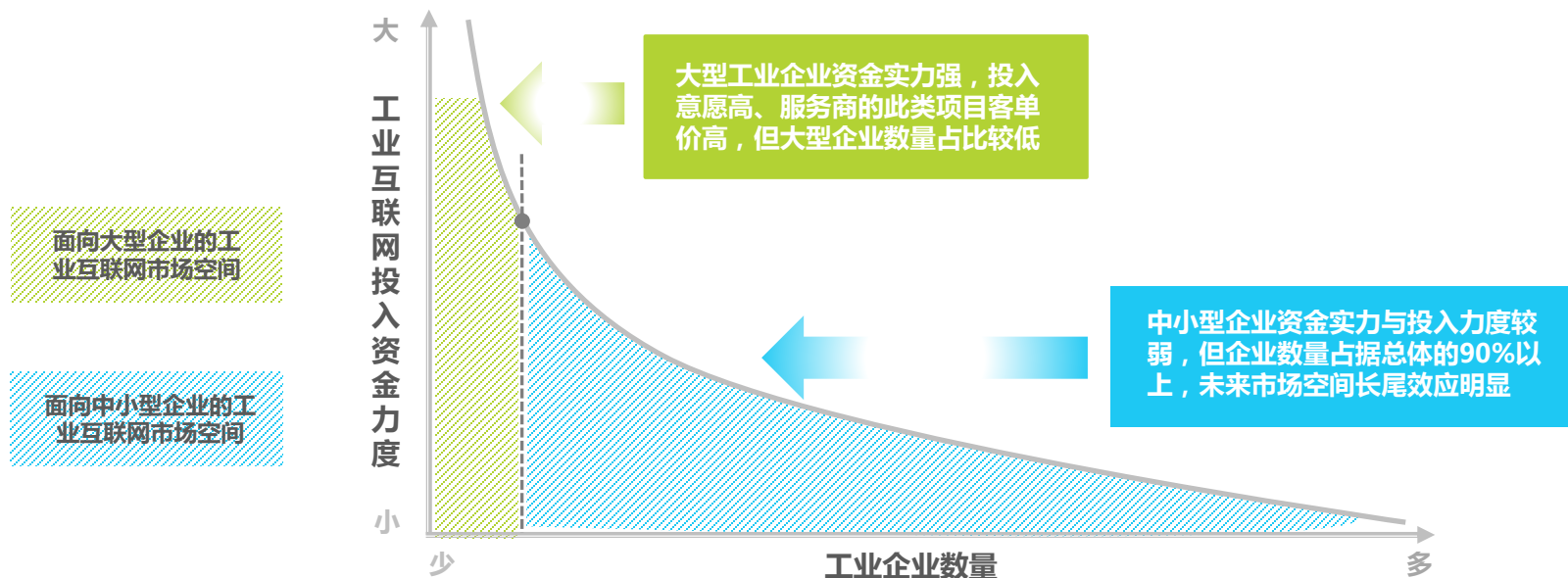
针对客户特定需求开发应用，而后复制、改造成行业通用应用

工业互联网发展趋势：兼顾首尾

服务商业务发展主线由大型企业逐步向中小企业延伸

据统计我国中小企业占全部工业企业数量的90%以上，经过近三十多年的发展，中小企业已经成为我国国民经济和社会发展的力量，在繁荣经济、增加就业、推动创新、改善民生等方面发挥着越来越重要的作用。然而目前大部分工业互联网服务商还停留在如何服务好龙头企业的层面，忽视了数量更多的中小企业客户和其背后潜在的广阔市场空间。2021年政府工作报告指出，要发展工业互联网，搭建更多共性技术研发平台，提升中小微企业创新能力和专业化水平。共性技术即打造在多个领域内普适的，对产业发展起到根基作用的基础技术，突出通用性、关联性和系统性的特点，切实降低中小企业在创新发展上所需要的资金、时间、试错成本，进而为创新链和产业链相互促进奠定基础。可见我国发展工业互联网不仅仅要着眼于大企业向着更高层次的提升，还要兼顾中小企业信息化、数字化普及，只有推动面向中小企业的工业应用发展，才能真正引领我国工业互联网产业的繁荣。

工业互联网市场空间长尾效应图



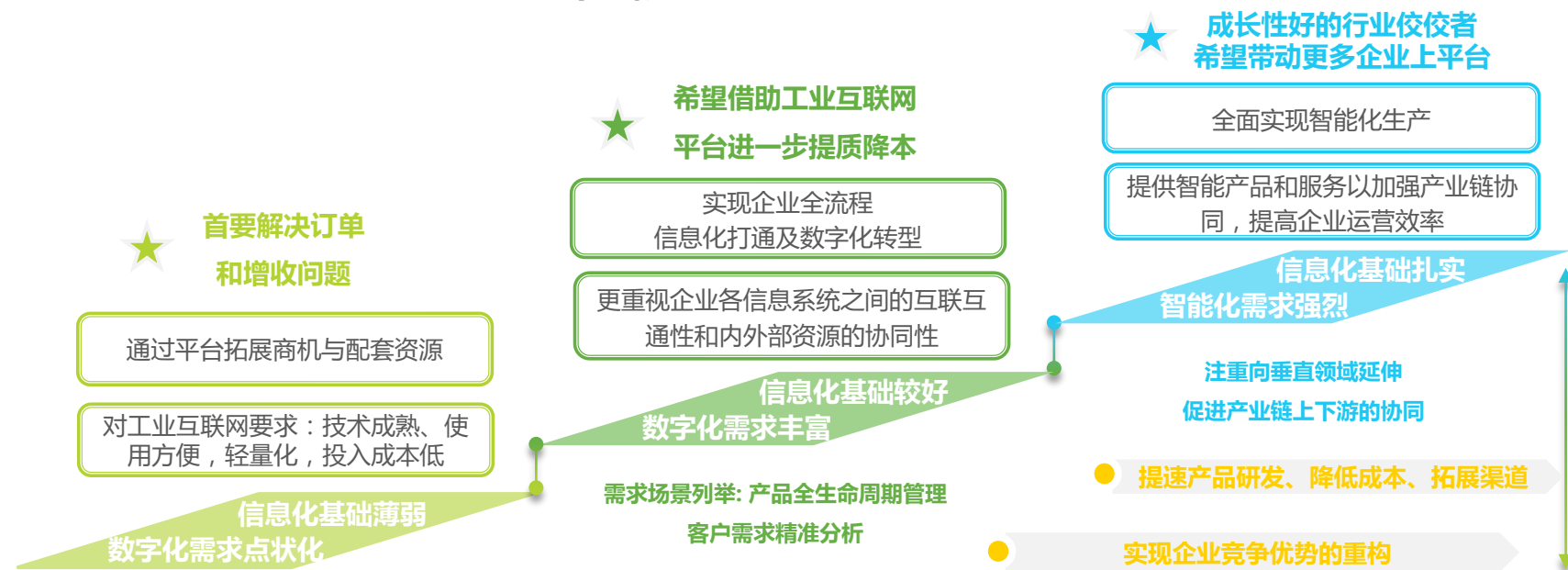
来源：艾瑞咨询自主研究及绘制

工业互联网发展趋势：因地制宜

按需配置、阶段升级的强针对性产品供给方式将成为主流

虽然工业互联网市场主要面对的是企业级客户，却依然呈现出如同面对C端客户般的千人千面化的下游需求，其中原因除前文所述的工业领域存在众多细分行业且行业间知识壁垒深厚外，各工业企业的信息化基础和业务诉求也是导致需求多样化的重要因素。工业互联网服务商在拓展潜在市场时拿着全套产品与解决方案介绍手册的推广方式是缺乏针对性的，同时过多的信息也给企业主带来了专业困惑和决策困难，影响前期沟通过程中信息互通的有效性和全面性，即使工业企业决定使用工业互联网，上述问题最终很可能导致产品和服务适用性不高、痛点解决效果不明显的问题。因此，服务商要了解企业工业互联网的典型应用需求、业务痛点或诉求以及信息化基础，灵活配置产品组合并提供满足企业当下发展的解决方案，避免资源部署的不足或冗余，这样才可以真正解决企业最关心的问题，从而强化服务商与工业企业的供需关系。

不同阶段企业的工业互联网需求



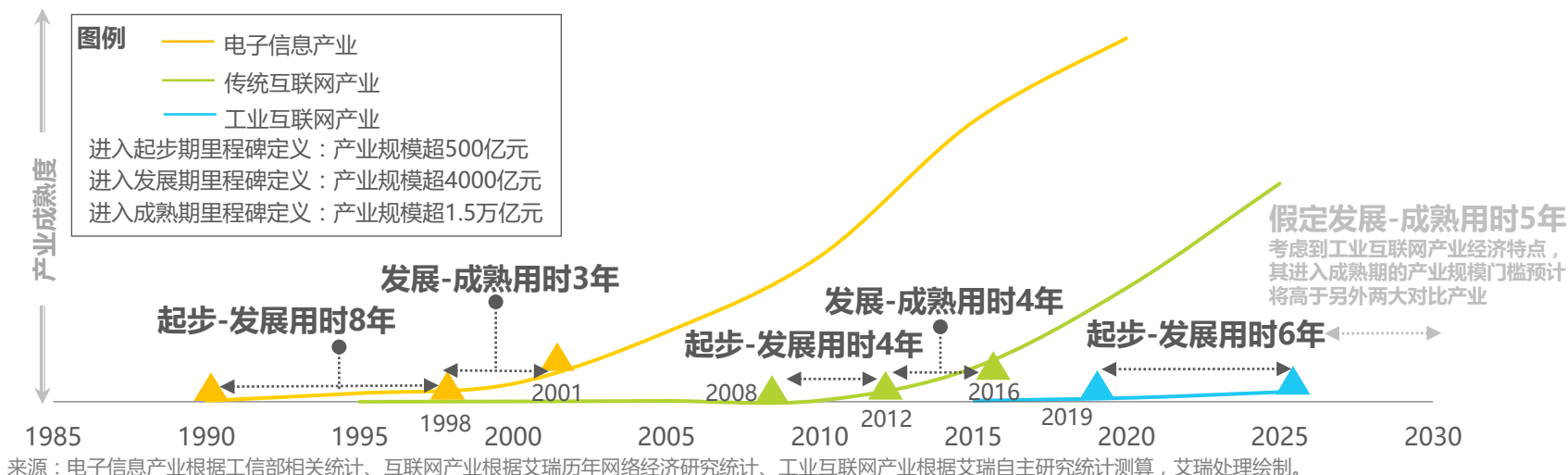
来源：艾瑞咨询结合公开资料与专家访谈自主研究及绘制

工业互联网发展趋势：转变思维

长风浩荡，行者致远

经过过去几年的探索和实践，我国工业互联网各方参与主体对行业的认知更加清晰、全面和深入，但对比既有共通性又有交叉关系的电子信息产业和消费互联网，工业互联网正刚刚走过萌芽期步入成长期，行业所面临各种各样的困难与挑战是发展阶段的必然。在接下来的阶段，工业互联网服务商应立足于理清工业领域行业脉络和企业实际业务需求，在持续提升服务供给能力的同时加强自身商业模式的探索；工业企业则要充分发掘自身业务痛点，了解自身升级转型的具体需求，敢于出发，在过程中修正路径、解决问题、完善机制。领导层要意识到部署工业互联网实施转型并非是一蹴而就的，在此过程中需要企业上下基于一个明确清晰的发展愿景，对外保持与工业互联网服务商的密切沟通与合作，对内推动各部门协同联动，正视出现的困难和失败，从失败中优化解决方案进而寻找出更加贴合企业本身数字化、智能化需求的工业互联网应用模式。全球工业界有一个共识：人类社会发展的阶段可以跨越，但是工业化的发展过程特别是技术积累的阶段是不可跨越的。工业互联网的发展必然是一个需要长期积累并且持续迭代优化的过程，未知多于已知，相信在新基建的浩荡长风下，只要保持定力，不断实践深化认知，我国工业互联网的行路者终将走出一条科学、高效、有质量的工业互联网应用之路。

三大信息科技产业发展时间轴



艾瑞新经济产业研究解决方案



行业咨询

- 市 场 进 入 为企业提供市场进入机会扫描，可行性分析及路径规划
- 竞 争 策 略 为企业提供竞争策略制定，帮助企业构建长期竞争壁垒



投资研究

- IPO行业顾问 为企业提供上市招股书编撰及相关工作流程中的行业顾问服务
- 募 投 为企业提供融资、上市中的募投报告撰写及咨询服务
- 商业尽职调查 为投资机构提供拟投标的所在行业的基本面研究、标的项目的机会收益风险等方面的深度调查
- 投后战略咨询 为投资机构提供投后项目的跟踪评估，包括盈利能力、风险情况、行业竞对表现、未来战略等方向。协助投资机构为投后项目公司的长期经营增长提供咨询服务

关于艾瑞





艾瑞咨询是中国新经济与产业数字化洞察研究咨询服务领域的领导品牌，为客户提供专业的行业分析、数据洞察、市场研究、战略咨询及数字化解决方案，助力客户提升认知水平、盈利能力和综合竞争力。

自2002年成立至今，累计发布超过3000份行业研究报告，在互联网、新经济领域的研究覆盖能力处于行业领先水平。

如今，艾瑞咨询一直致力于通过科技与数据手段，并结合外部数据、客户反馈数据、内部运营数据等全域数据的收集与分析，提升客户的商业决策效率。并通过系统的数字产业、产业数据化研究及全面的供应商选择，帮助客户制定数字化战略以及落地数字化解决方案，提升客户运营效率。

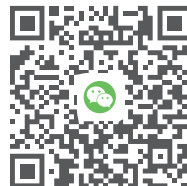
未来，艾瑞咨询将持续深耕商业决策服务领域，致力于成为解决商业决策问题的顶级服务机构。

联系我们 Contact Us

 400 - 026 -
2099
 ask@iresearch.com.cn



企 业 微 信



微 信 公 众 号

法律声明

版权声明

本报告为艾瑞咨询制作，其版权归属艾瑞咨询，没有经过艾瑞咨询的书面许可，任何组织和个人不得以任何形式复制、传播或输出中华人民共和国境外。任何未经授权使用本报告的相关商业行为都将违反《中华人民共和国著作权法》和其他法律法规以及有关国际公约的规定。

免责条款

本报告中行业数据及相关市场预测主要为公司研究员采用桌面研究、行业访谈、市场调查及其他研究方法，部分文字和数据采集于公开信息，并且结合艾瑞监测产品数据，通过艾瑞统计预测模型估算获得；企业数据主要为访谈获得，艾瑞咨询对该等信息的准确性、完整性或可靠性作尽最大努力的追求，但不作任何保证。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的观点均不构成任何建议。

本报告中发布的调研数据采用样本调研方法，其数据结果受到样本的影响。由于调研方法及样本的限制，调查资料收集范围的限制，该数据仅代表调研时间和人群的基本状况，仅服务于当前的调研目的，为市场和客户提供基本参考。受研究方法和数据获取资源的限制，本报告只提供给用户作为市场参考资料，本公司对该报告的数据和观点不承担法律责任。

为商业决策赋能

EMPOWER BUSINESS DECISIONS



艾 瑞 咨 询