

工业互联网平台白皮书

(2019 讨论稿)

工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

工业互联网产业联盟 (AII)

2019 年 2 月

目 录

前言	1
一、 工业互联网平台的整体态势	2
（一）工业互联网平台展现驱动工业数字化转型的巨大潜力 ...	2
（二）全球工业互联网平台保持活跃创新态势	5
（三）我国工业互联网平台呈现蓬勃发展良好局面	7
（四）工业互联网平台仍然处在发展初期	8
二、工业互联网平台的应用路径	11
（一）平台应用广泛开展，价值规律初步显现	11
（二）大中小企业基于平台并行推进创新应用与能力普及	21
（三）垂直行业平台应用走向纵深	26
三、工业互联网平台的技术进展	32
（一）边缘功能重心由接入数据向用好数据演进	34
（二）模型的沉淀、集成与管理成平台工业赋能的核心能力 ..	38
（三）数据管理与分析从定制开发走向成熟商业方案	41
（四）平台架构向资源灵活组织、功能封装复用、开发敏捷高效 加速演进	44
四、工业互联网平台的产业生态	47
（一）聚焦核心能力成为工业互联网平台产业发展重要趋势 ..	47
（二）传统主体与新兴力量积极开展工业互联网平台布局	54
（三）多类生态建设共同促进工业互联网平台繁荣发展	59
（四）开源加快工业互联网平台基础技术创新步伐	63

五、工业互联网平台的商业模式初探.....	66
（一）平台发展初步形成六类商业模式.....	66
（二）不同类型平台商业模式各有侧重.....	69
（三）构建通用服务能力和做深专业解决方案成为平台商业价值演进的两条路径.....	71
六、工业互联网平台的未来展望.....	72



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet

前 言

过去一年多以来，全球工业互联网平台市场持续保持活跃的创新态势，一批工业技术解决方案企业积极探索转型，推出自己的工业互联网平台服务，一批制造企业依托自身行业和生产经验，孵化成立独立公司开展平台建设并对外服务，一批以大数据分析处理见长的初创平台企业正不断涌现并为产业注入新的发展动力，已经推出平台的企业则不断完善和升级平台服务能力，巩固先发优势。同时，工业互联网平台对制造业数字化转型的驱动能力正逐渐显现，无论是大企业依托平台开展工业大数据分析，以实现更高层次的价值挖掘，还是中小企业应用平台上的云化工具，以较低成本实现信息化与数字化普及，抑或是基于平台的制造资源优化配置和产融对接等应用模式创新，都正在推动制造业向着更高发展水平迈进。

当然，工业互联网平台还有很多问题需要突破和解决，在过去一年多的发展中也面临不少挑战和困难。如很多平台还需要大幅提升实际解决制造企业生产和运营优化的能力，还需要不断探索应用模式和路径，还需要加快商业模式的创新和突破，特别是在平台建设投入与市场回报之间取得较好平衡，以支撑平台的可持续发展。但总体看，制造业数字化转型已是大势所趋，工业互联网平台对于制造业数字化转型的支撑作用将会越来越强，当

前平台发展中遇到的问题更多是产业爆发前期在技术、应用和商业方面的不断试错和修正，都将不断推动工业互联网平台走向成熟和完善。

在这样一个发展阶段，我们联合 40 余家国内外平台企业共同编写和发布《工业互联网平台白皮书（2019 讨论稿）》，希望从应用、技术、产业和商业等方面研究和分析工业互联网平台的发展脉络和最新状况，并一定程度上对未来发展方向有所预见，为业界厂商、政府机构和投资者等利益相关方提供有益参考，共同促进工业互联网平台发展成熟。

一、工业互联网平台的整体态势

（一）工业互联网平台展现驱动工业数字化转型的巨大潜力

当前，工业互联网平台正在驱动工业全要素、全产业链、全价值链实现深度互联，推动生产和服务资源优化配置，促进制造体系和服务体系再造，在现阶段的工业数字化转型过程中开始发挥核心支撑作用。

从宏观看，平台模式、平台经济正在持续变革和颠覆传统工业形态。一是颠覆了传统工业软件研发体系，GE、PTC、西门子、华为等平台企业纷纷打造云端开发环境，构建开发者社区，引入低代码开发技术，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，以往需要大量投入、研发周期长达数年的工业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，而且也能够在灵活地满足工业用户个性化定制需求。二是**变革了传统工业企业竞争方式**，企业竞争不再是单靠技术产品就能取胜，已经开始成为依托平台的数字化生态系统之间的竞争。例如以往单纯销售工程机械产品的企业，现在通过平台与供销商、客户、技术服务商等建立数字化的合作关系，快速感知用户需求和设备状态，及时与供销商合作调整供货、生产计划，与技术服务商联合为用户提供整体施工方案，甚至是联合金融机构帮助客户进行产品投保，从而形成整体性的竞争优势。三是**重新定义了工业生产关系与组织方式**，平台打破了产业、企业之间的边界，促进制造能力、技术、资金、人才的共享流动，实现生产方式和管理方式的解构与重构。例如已经开始有企业利用平台连接各类工厂企业，按照订单需求的不同，灵活方便地在平台中组织形成“虚拟工厂”，并将订单按照“虚拟工厂”内部各个主体的实际能力进行分配和管理，实现制造技术与生产能力的共享协同。

从微观看，平台正在改变企业的设计、生产、管理和服务方式，**重新定义和优化整个价值流程**。一是**平台驱动产品创新**，通过多渠道深度交互精准洞察用户需求，并借助数字化的先进设计工具和网络化的创新资源组织打造智能新产品。例如海尔、红领、奥迪等家电、服装及汽车领域企业利用平台对客户的个性化需求实现更深洞察，用大数据分析来进行市场预测以指导销售，并通过基于平台的众包、众创来加速产品创新。二是**平台驱动生产与**

运营创新，借助先进的数字化技术和强大的工业数据分析能力，支撑企业实现先进制造、生产与运营管理优化、供应链协同和智能化决策。例如卡特彼勒、富士康等制造企业将机器人、数控机床等生产设备数据接入平台进行监控和分析，改进提升生产过程的效率和质量；而英国石油、石化盈科、宝信等石化钢铁企业则利用平台优化工艺参数、降低生产能耗，并进行原材料供应的协同。三是**平台驱动商业模式变革**，推动金融、物流、农业等领域与制造业融合创新，促进原有产品体系和服务方式演进转变。例如 PTC、SAP、用友、金蝶等国内外工业软件企业都在产品云化的基础上加快推动订阅服务，既降低客户成本又实现了持续服务营收；还有树根、天正等装备及自动化企业则通过采集分析设备运行数据，联合金融公司推出各类融资、保险商业服务。四是**平台驱动组织管理体系重塑**，推动企业内顶层决策到底层生产的端到端集成，促进资源配置优化，实现扁平化管理及社会化协同。例如航天科工、华能、大唐电力等一些大型集团企业一方面用平台实时监控分布在各地工厂的运行状态，及时进行调度管理，另一方面也通过平台汇聚产业链上下游信息，推动企业间的供需对接和制造协同。

未来，以工业互联网平台为载体，以 C2M 为核心的社会化制造模式也将逐渐孕育形成。领先的工业互联网平台企业将有能力通过平台对客户需求进行深度感知与交互，从而为产品定义与研发设计提供精准的指导；在产品设计与制造过程中，企业将借助

平台整合各类设计与制造资源，有效组织并管理研发设计与生产制造过程，既保证产品设计的创新性与方案最优化，同时也寻找最适合的制造企业进行生产，在确保产品质量与交付周期的前提下实现生产成本最低；在产品交付后，平台将持续提供产品的运维服务与增值服务，不断为企业创造新的价值。在这一过程中，平台还将充分发挥集中采购、统一物流、金融服务等综合服务能力，进一步实现交付成本下降与运营效率提升，并提升客户购买能力与企业资金周转效率。这将真正实现工业全要素、全产业链、全价值链深度互联集成，实现制造资源的更高效配置利用，形成新的制造与服务体系。

（二）全球工业互联网平台保持活跃创新态势

全球工业互联网平台市场持续呈现高速增长态势。根据研究机构 MarketsandMarkets 统计数据显示，2017 年全球工业互联网平台市场规模为 25.7 亿美元，2018 年初步估算将达到 32.7 亿美元，预计 2023 年将增长至 138.2 亿美元，预期年均复合增长率达 33.4%。美国、欧洲和亚太是当前工业互联网平台发展的焦点地区。随着 GE、微软、亚马逊、PTC、罗克韦尔、思科、艾默生、霍尼韦尔等诸多巨头企业积极布局工业互联网平台，以及各类初创企业持续带动前沿平台技术创新，美国当前平台发展具有显著的集团优势，并预计在一段时间内保持其市场主导地位。而紧随其后的是西门子、ABB、博世、施耐德、SAP 等欧洲工业巨头，

立足自身领先制造业基础优势，持续加大工业互联网平台的投入力度，欧洲平台领域进展迅速，成为美国之外主要的竞争力量。中国大陆、印度等新兴经济体的工业化需求持续促进亚太地区工业互联网平台发展，亚洲市场增速最快且未来有望成为最大市场。尤其值得一提的是，以日立、东芝、三菱、NEC、发那科等为代表的日本企业也一直低调务实地开展平台研发与应用探索并取得显著成效，日本也成为近期工业互联网平台发展的又一亮点。

各类企业围绕工业互联网平台的参与热情和布局力度保持高涨势头。一是更多工业企业投身工业互联网平台领域，在不同领域涌现出一批新的平台产品，如自动化与装备制造领域，KUKA Connect 平台、安川 MMcloud 平台、霍尼韦尔 Sentience 平台等崭露头角，成为各家企业围绕产品提供增值服务的良好载体；在生产制造领域，日立、东芝则分别构建了 Lumada 平台和 SPINEX 平台，在优化自身价值链和降低运营成本的同时，还能够为客户提供创造价值的新服务。二是 ICT 企业不断强化自身平台对工业场景的适配能力，以微软、亚马逊为代表的 IT 巨头在平台中提供各类大数据、人工智能方面的通用算法框架和工具，与工业企业客户联合进行研发，形成可视化管理、质量分析优化、预测性维护等工业解决方案；而类似思科这样的通信巨头也开始将平台连接和服务能力向工厂内渗透，从各种工业以太网和现场总线中获取实时生产数据，支撑形成工业智能应用。三是以数据为核心的初创企业表现更加活跃，除了 Uptake、C3IoT 外，还有

QiO、Mnubo、Particle 等越来越多初创企业将工业大数据、人工智能技术与平台进行深度结合，满足工业领域日益深入的数据分析需求；此外，Siera Wireless、Telit、Device Insight 等 M2M 通信领域初创企业也充分发挥在数据连接方面的技术优势，帮助工业企业实现资产的远程连接和在线管理。

（三）我国工业互联网平台呈现蓬勃发展良好局面

过去一年多来，我国平台发展取得显著进展，平台应用水平得到明显提升，多层次系统化平台体系初步形成。

涌现出更多知名工业互联网平台产品。全国各类型平台数量总计已有数百家之多，具有一定区域、行业影响力的平台数量也超过了 50 多家。既有**传统工业技术解决方案企业面向转型发展需求构建平台**，除了航天云网、海尔、树根互联、宝信、石化盈科、用友、索为、阿里、华为、浪潮、紫光、东方国信、寄云等起步较早的平台，还有华能、国网青海电力、北汽、浙江中控、朗坤、中科院沈自所等行业领先企业也纷纷推出平台产品，将工业技术能力和先进制造经验转化成高效、灵活且低成本的平台服务。也有**大型制造企业孵化独立运营公司专注平台运营**，例如徐工、TCL、中联重科、富士康等大型集团企业剥离和整合内部相关资源，注资成立聚焦工业互联网平台业务的独立运营子公司，在服务好集团的基础上对外输出成果。还有**各类创新企业依托自身特色打造平台**，例如索为、安世亚太等软件服务企业凭借技术

优势推出设计仿真研发平台；华龙迅达、明匠智能等系统集成企业凭借专业知识与经验积累构建行业服务平台；而优也、昆仑数据、黑湖科技等互联网技术企业则依托平台为用户提供智能数据分析或是云端管理软件服务。

形成一批创新解决方案和应用模式。围绕行业生产特点和企业痛点问题，平台企业持续创新服务能力，开发形成了一批具有亮点的创新解决方案和应用模式。**在研发设计方面**，涌现出索为研发设计与产品运维一体化、安世亚太基于工业知识生态的先进设计以及华为“沃土”云仿真设计等平台服务。**在生产制造方面**，形成了富士康 ICT 治具智能维护、航天云网精密电器智能化生产、紫光钣金行业企业云图等一批平台解决方案。**在企业管理方面**，用友、金蝶、天智智能、黑湖科技等平台利用云 ERP、云 MES、云 CRM 等服务解决企业的生产运营管理、供应链协同与客户管理问题。**在产品服务方面**，树根互联、徐工信息将工程机械远程管理解决方案进行推广，实现纺织机械、工业机器人、数控机床等设备产品的远程服务。**在应用模式创新上**，树根互联、智能云科、天正、生意帮等企业也探索出了“平台+保险”、“平台+金融”、“平台+订单”等新模式新业态。

（四）工业互联网平台仍然处在发展初期

相比于传统的工业运营技术和信息化技术，工业互联网平台的复杂程度更高，部署和运营难度更大，其建设过程中需要持续

的技术、资金、人员投入，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，将是一项长期、艰巨、复杂的系统工程，当前尚处在发展初期。

在技术领域，平台技术研发投入成本较高，现有技术水平尚不足以满足全部工业应用需求。一是平台连接能力面临挑战，工业设备种类繁多、数量多、通信协议与数据格式各异，当前尚缺乏有效的技术手段能够低成本、便捷地实现工业设备快速接入平台，导致绝大部分平台的设备接入数量有限。Gartner 曾预测 2020 年全球可联网设备数量将达到 260 亿台，目前平台的设备接入水平还与此有很大差距。二是平台数据分析能力面临挑战，根据对国内外 366 个平台应用案例的统计分析可以看出，有 40% 的平台应用集中在以产品或设备数据预测性分析为主的资产运维优化领域。而在涉及数据范围更广、分析复杂度更高的经营管理优化和资源匹配协同等场景中，多数平台现有数据分析能力还无法满足应用要求，还需要进一步推动数据分析技术创新以及实现长期的工业知识积累。三是平台提供专业工业服务的能力相对较弱，目前大部分平台对于工业知识、模型和历史数据的沉淀远远不够，面向特定行业或工业场景提供服务时，要么难以满足制造企业的业务需要，要么需要进行大量定制化开发，导致服务成本和周期大幅增加。

在商业领域，平台市场还没有出现绝对的领导者，大多数企业仍然处于寻找市场机会的阶段。一是平台回报周期较长，很多

企业尚在投入阶段。GE、PTC、罗克韦尔、西门子、ABB 等美欧工业巨头在平台领域的投入水平普遍达到了数十亿美元，我国航天云网、海尔、树根互联、徐工信息、东方国信等领军平台企业的平均累计投入也有数亿元乃至十数亿元，但目前平台直接带来的收益在企业整体利润中占比并不高。而国内外绝大多数初创平台企业的财务状况都还处于亏损状态，融资规模则普遍在亿元水平，企业估值相对较低。二是**平台商业模式不够成熟，企业盈利手段较为单一**。当前面向特定工业场景提供智能解决方案的平台企业基本都还是以专业服务的方式为客户交付产品和服务，而具有 IT 和工业软件背景的平台企业则主要是基于云提供按需订阅服务方式实现盈利，广告竞价、应用分成等其它消费互联网领域较为常见的商业模式在工业互联网平台领域还应用较少。

在产业领域，**优势互补、协同合作的平台产业生态也还需持续构建**。一方面，大部分平台企业在发展中仍以单打独斗为主，特别是在平台建设中，部分平台企业尝试自主构建端到端完整的平台架构，在自身不擅长的领域投入不必要的资金和人力，增加了经营风险。在平台应用实施中，部分平台企业遇到不熟悉的业务或技术领域时，未能很好整合外部力量，影响了项目实施效果。另一方面，基于平台的产业创新生态构建仍然前路漫漫。微软、PTC、西门子、Software AG 等领先平台企业不断完善开发者社区建设并提供全面的技术资源和应用推广支撑，广泛各类生态合作伙伴。而我国平台企业的生态合作伙伴类型和数量都还明显不

足，大部分平台尚没有构建开发者社区，即使已构建开发者社区的，入驻平台的开发者数量也普遍在千人左右，远远落后国外数万人的水平。

总体而言，上述各方面所面临的挑战充分说明，当前工业互联网平台仍然处于发展初期，还存在众多不确定性因素，预计还需要很长时间才能真正达到成熟发展阶段。

二、工业互联网平台的应用路径

（一）平台应用广泛开展，价值规律初步显现

1. 应用场景逐步聚焦，国内外呈现不同发展特点

基于对国内外 366 个平台应用案例¹的分析发现，当前工业互联网平台应用主要集中于设备管理服务、生产过程管控与企业运营管理三大类场景，占比分别达到 38%、28%和 18%。资源配置优化与产品研发设计获得初步应用，但总体仍有待培育，占比分别为 13%和 2%。

¹ 包括 42 家国内平台企业的 180 个应用案例及 23 家国外平台企业的 186 个应用案例，来源包括企业提供的案例介绍及在线公开资料

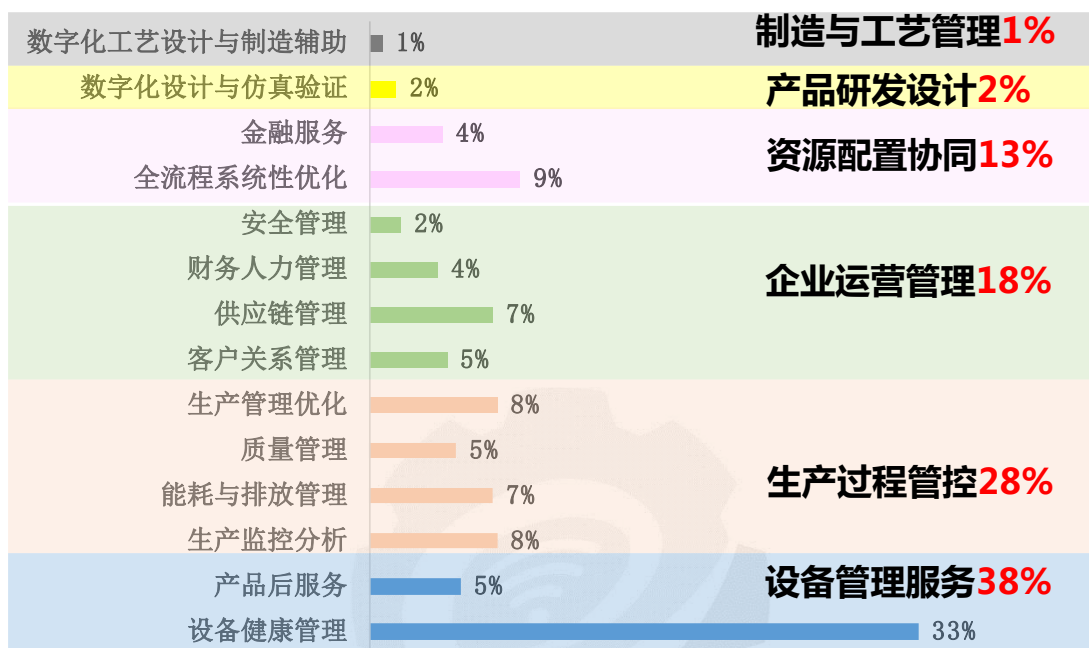


图 工业互联网平台应用分布统计

具体来说，国内外制造企业数字化基础不同，在平台应用路径上各有特色。其中，国外制造企业数字化水平相对较高，平台应用更加侧重于设备管理服务，占比接近 50%。如设备健康管理应用占比 39%，产品售后服务占比 10%。同时，在现有生产管理系统基础上，依托工业互联网平台进行更加有效的生产过程管控也是国外平台应用的重点，占比 24%。如生产监控分析占比 9%，能耗与排放管理占比 6%，质量管理占比 5%。此外，国外平台应用另一特点是数据的深度挖掘，依托大数据开展重点应用已较为普遍，重点应用如设备健康管理、产品远程运维已可达到预测水平，部分基于管理系统数据的商业智能决策已初步实现。

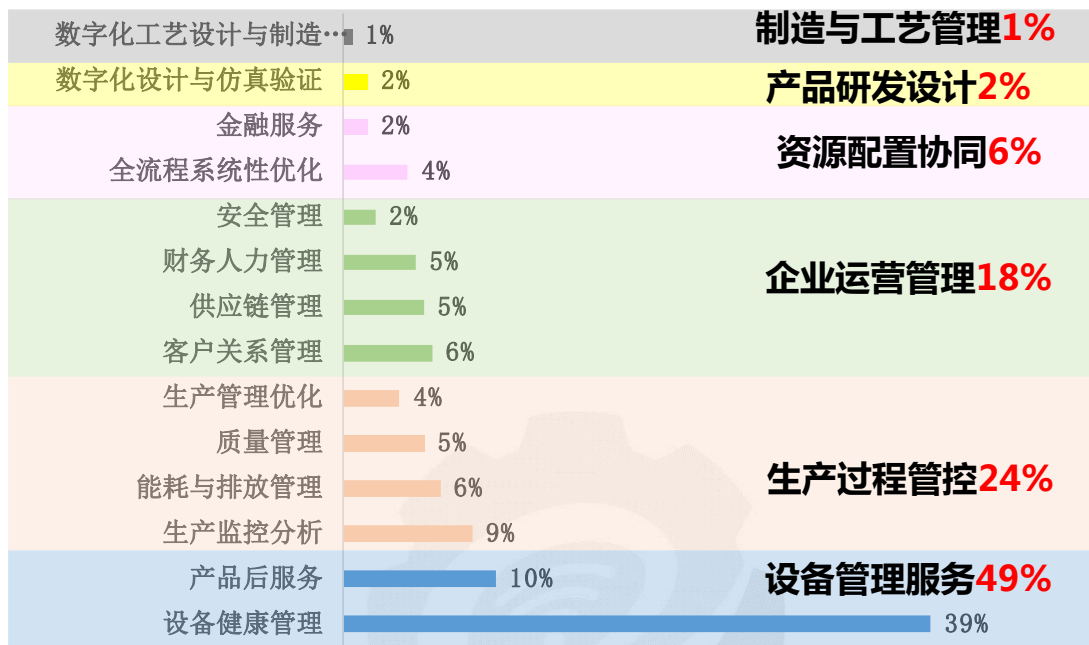


图 国外工业互联网平台应用分布统计

与国外类似，我国平台应用同样关注设备管理服务，在所有应用中占比 27%，体现了设备物联与数据价值挖掘的共性趋势，这在电力、石化、钢铁等流程制造业和高端装备领域的应用最为普遍。与国外不同的是，我国平台应用更加关注生产过程管控、资源配置优化等场景，占比分别达到 32% 和 21%。其主要原因一方面是我国制造企业生产管理系统需求旺盛但普及率低，因而形成了一批提供云化生产管理应用的平台企业，开展了大量应用实践；另一方面是我国有大量中小型制造企业，这些企业通过使用工业互联网平台，将自身的能力融入社会化生产体系，借助制造能力交易获取订单和潜在市场机会，并通过创新性金融服务解决贷款难等问题。

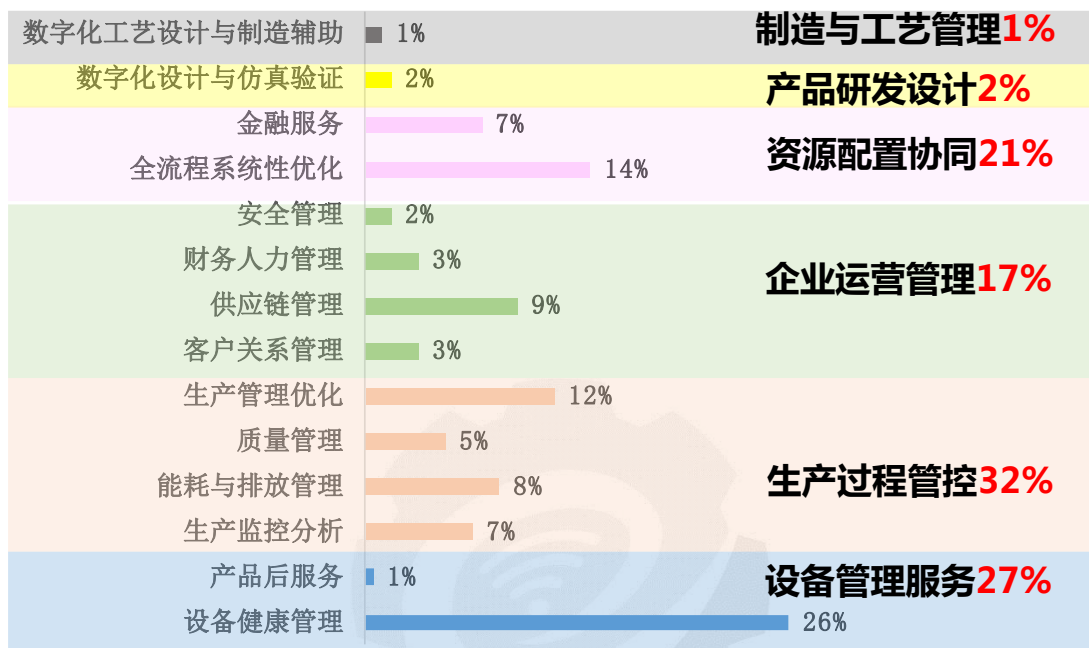


图 我国工业互联网平台应用分布统计

通过以上数据分析可以发现，国内外工业互联网平台应用分布差异较大，其与数字化发展水平、工业基础能力和企业分布构成等多种因素有关，应用数据分析深度、工业机理复杂度等程度不同，导致平台应用成熟度和所处阶段也不尽相同。我国受限于数字化发展水平不一、中小企业较多、工业底层基础能力仍有差距等原因，部分应用发展水平仍停留在可视化描述与监控诊断层面。未来，随着相关影响因素的成熟，各类平台应用也将呈现不同的演进路径和层次。

2. 数据分析深度与工业机理复杂度决定平台应用优化价值和发展热度

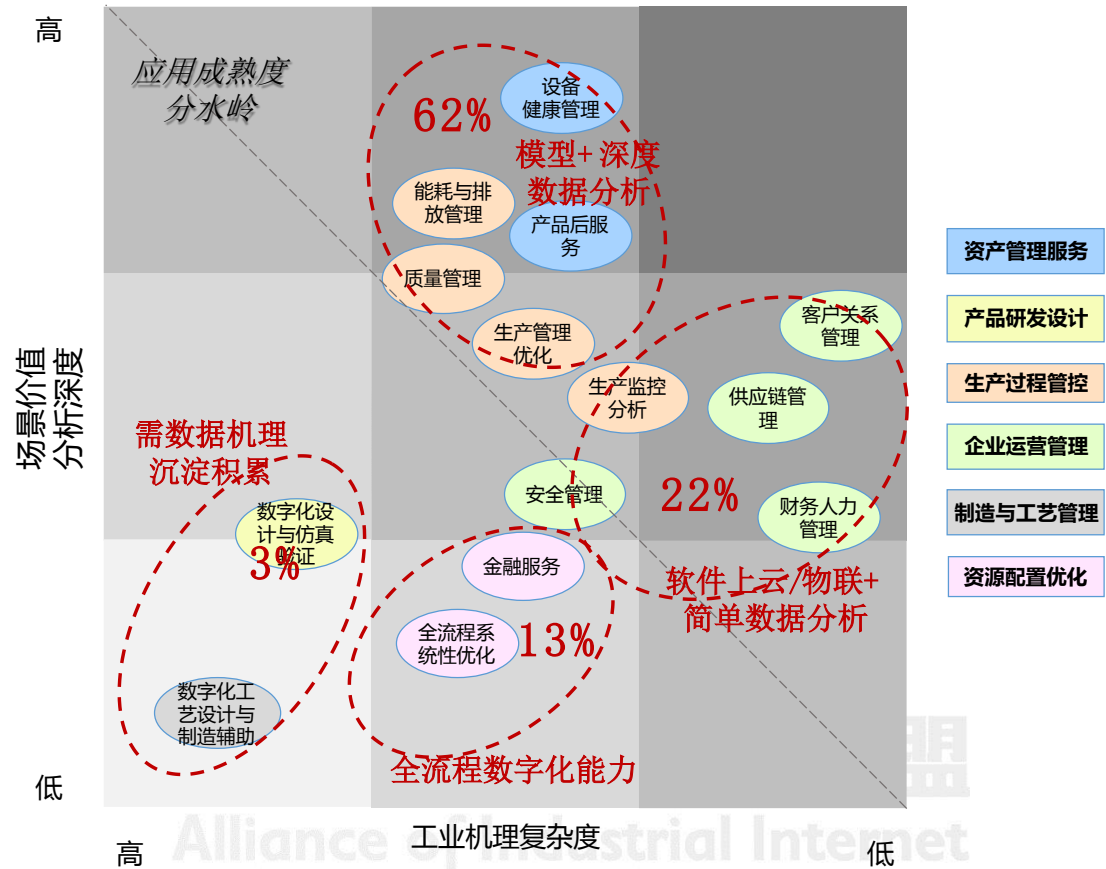


图 工业互联网平台应用优化价值视图

根据上节数据统计分析，可以发现，工业互联网平台在各类工业场景中的应用热度不尽相同，这是由于不同类型平台应用的开发复杂性不同，优化成效与收益回报也不同，其商业成熟度与受追捧热度存在较大差别。平台应用能否获得良好的优化价值和效果，从而在市场中获得客户，实现自身商业价值，主要由两方面因素决定：

一是平台应用的收益，数据分析深度是应用价值提升和贡献的主要衡量指标。数据是平台核心资产，也是平台价值创造的来

源。数据分析、挖掘和利用的深度在很大程度上决定了平台的应用价值高低。结合深度数据分析的设备健康管理、产品后服务、能耗与排放管理、质量管理等应用为工业企业创造了大量直接优化价值，带来了设备运维成本降低、能源消耗降低、产品质量提升、服务价值提升等收益，因此，从图 2.1-2.3 可反映出，资产管理服务和生产过程管控占比共达到 60%-70%，在工业场景中热度高居不下。

二是平台应用的开发与使用成本，工业机理复杂度是影响这一因素的核心。越是与工业机理深度融合的平台应用，其在应用开发的过程中，具有较高的行业壁垒，需要深度融入特定领域的工业知识和机理模型，以及结合应用场景进行大量定制化二次开发，这都导致应用的交付成本高昂，优化成效也难以保证，因此可以从图 2.1 看到，具有高机理复杂度的应用开展不足，数字化设计仿真、数字化工艺与制造辅助仅占总应用案例的 3%。

3. 现阶段平台应用呈现三大发展层次

在应用价值规律驱动下，工业互联网平台应用呈现“热点深度数据分析-孕育云化资源对接-数据机理沉淀探索”三个发展层次：

(1) 基于“模型+深度数据分析”的资产设备管理服务、生产过程管控场景创造平台优化高价值，并成为当前热点应用

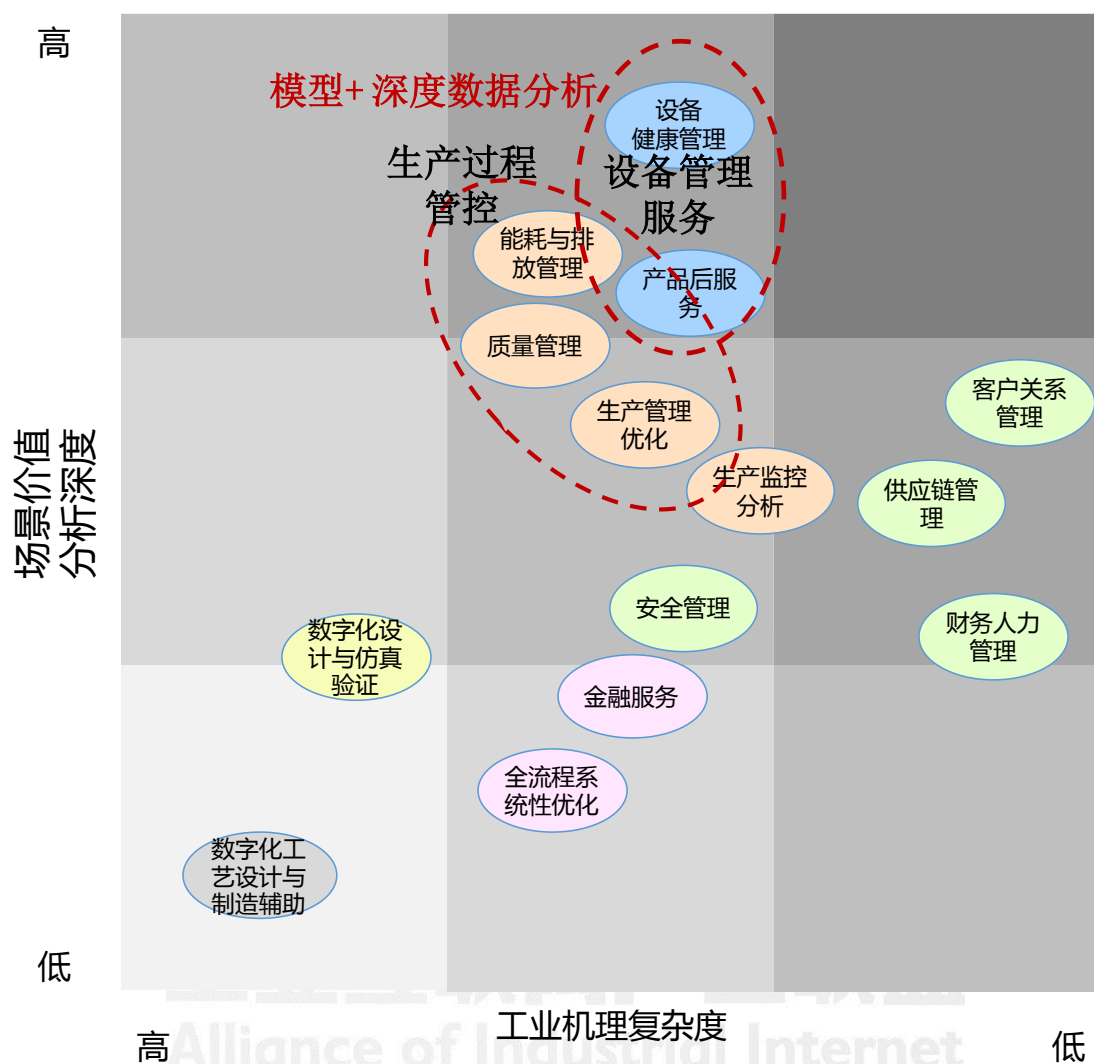


图 工业互联网平台应用价值层次 Level 1 视图

基于平台的“模型+深度数据分析”在设备运维、资产管理、能耗管理、质量管控、工艺调优等场景获得大量应用，并取得较为显著的经济效益。当前，GE、西门子、ABB、富士康、东方国信、日立、C3IoT 等企业已经推出了上百个上述类型的应用服务，如 Uptake 帮助美国最大核电站 PALO Verde，通过提高资产性能，实现每年 1000 万每月的成本节省，成本降低 20%。又如青岛纺织机械厂依托海尔 COSMOPlat 平台通过数据采集及分析实现设备远程运维，每年可节省 96 万元，宕机时长从每次的三天缩短

为一天，可降低直接损失 64 万/次。

(2) 基于上云、物联、可视化的生产过程管控、企业运营管理和资源优化配置场景初步获得商业化实践

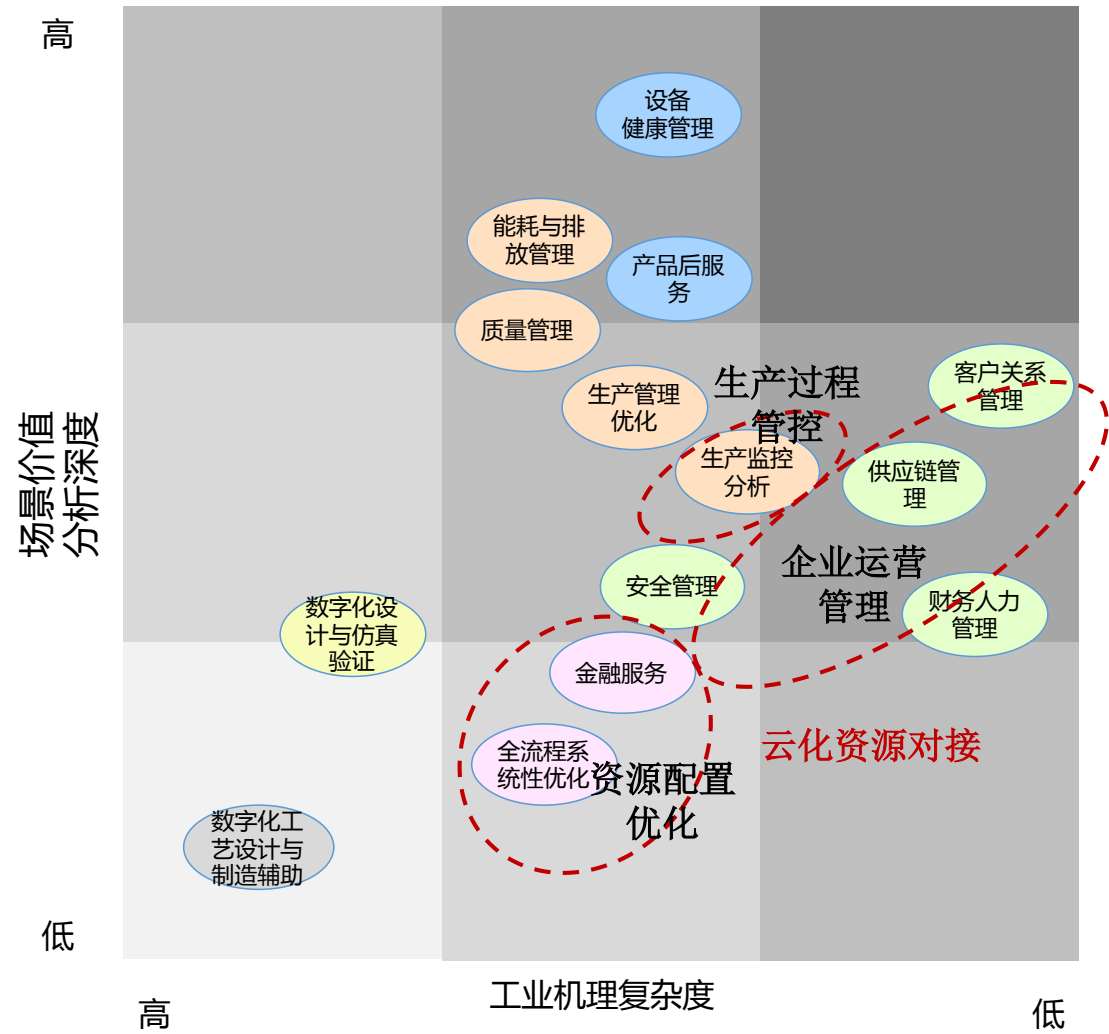


图 工业互联网平台应用价值层次 Level 2 视图

基于平台的“连接+数据可视化”初步获得应用。其中，在生产监控分析领域应用最为广泛，在物料管理、排产调度等方面也有初步探索。PTC、微软、思科、罗克韦尔、宝信、阿里云等企业的平台均推出了面向生产过程可视化应用。这类应用主要提供数据汇聚和描述基础，帮助管理者直观了解工厂运行状态，其更

高价值的实现依赖于在此基础之上的更深层次数据挖掘分析。

基于平台的“软件上云+简单数据分析”在客户关系管理、供应链管理 and 部分企业计划资源管理领域获得应用，有效降低中小企业软件使用成本。如 SAP、Oracle、Salesforce、微软、用友浪潮、金蝶等企业提供大量管理软件 SaaS 服务。如 Salesforce 所提供的云化 CRM 软件服务已聚集超过 15 万客户，同时除通用软件工具之外，还提供基于社交网络的客户关系与需求分析，为中小企业提供销售渠道服务。用友提供采购、供应链、物流、财务、人力资源等工业云服务，服务工业企业客户 44 万家。

深层次的全流程系统性优化主要为局部的初级探索，但已形成一定特色。无论是产业链、价值链的一体化优化、产品全生命周期的一体化优化、还是生产与管理的系统性优化，都需要建立在全流程的高度数字化、网络化和模型化基础上，仅有个别龙头企业具备相关基础并开展了简单实践。

（3）产品研发设计、制造与工艺管理场景仍需工业机理和数据的长久积累，尚无典型优化价值创新，处在探索阶段

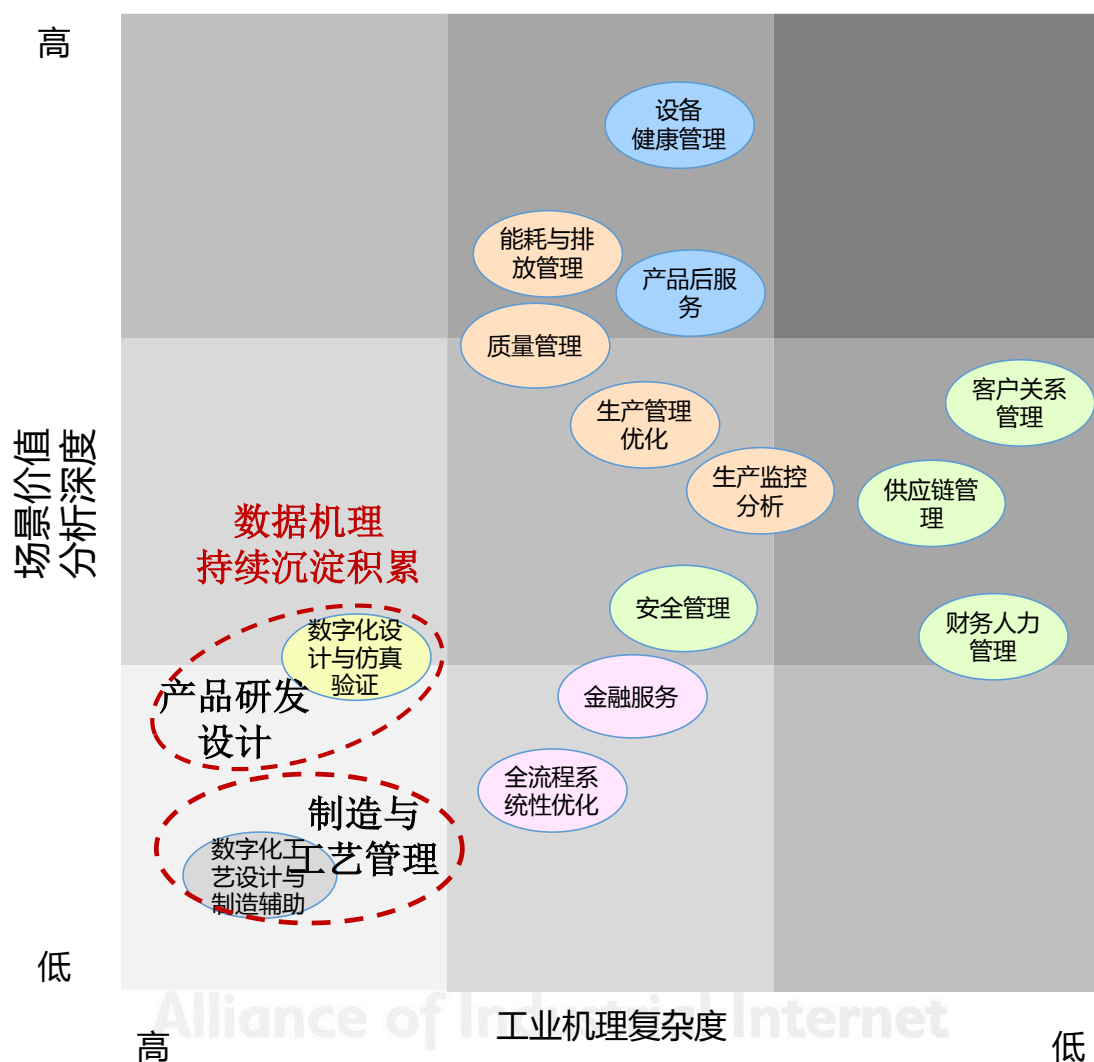


图 工业互联网平台应用价值层次 Level 3 视图

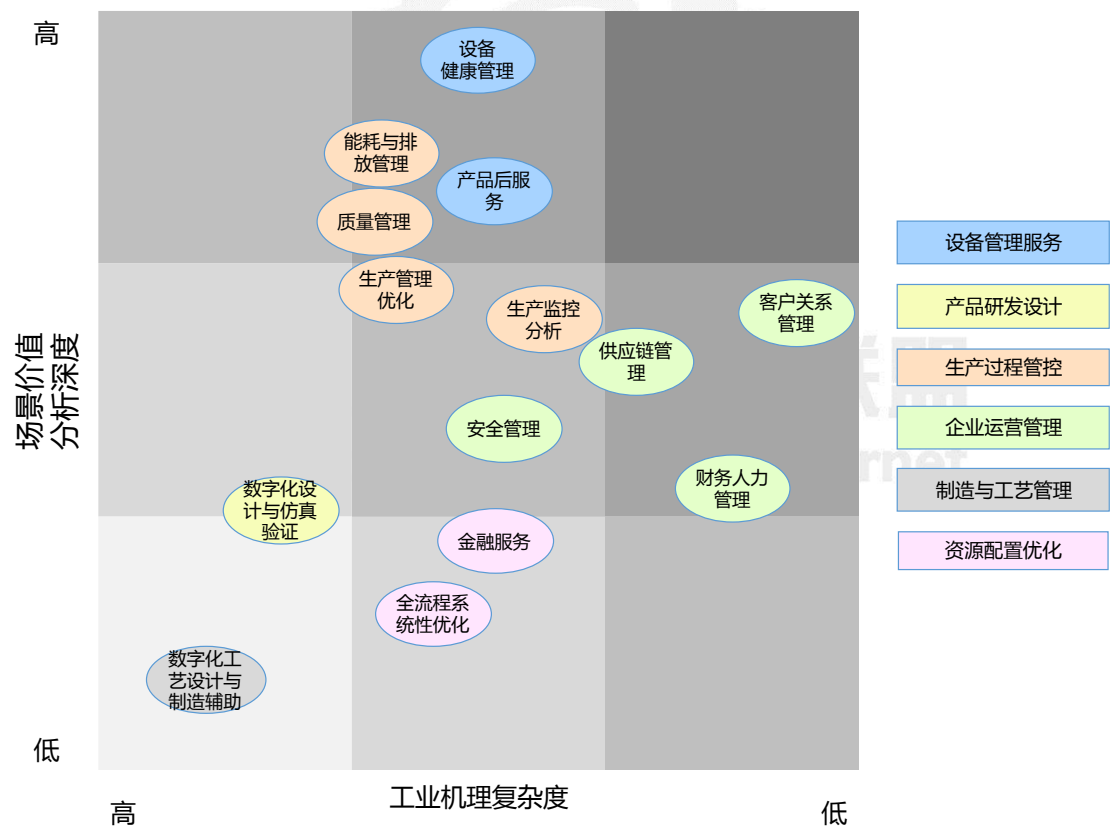
基于平台的产品研发仿真服务已取得一定进展，但价值创造仍不明显，潜在市场空间尚未明朗。达索已基于平台提供 SolidWorks 的云化服务，Autodesk、PTC 等国外设计软件厂商和 CAXA、中望等国内企业也推出类似服务，ANSYS 通过与微软 Azure 合作提供基于平台的仿真验证服务。但由于设计仿真软件较为复杂，其整体迁移成本过高，潜在客户对象不明，因此其目前提供的平台应用大多为简化版本，主要面向中小企业客户。

面向工艺管理与制造执行等机理强相关场景的平台应用目

前还较为少见。此类应用既需要平台企业对工艺、生产有较深理解，同时也需要制造企业客户将多年的生产经验和工艺积累向平台迁移，从而实现基于平台的有效管理，其难度过大，目前还鲜有平台提供。

（二）大中小企业基于平台并行推进创新应用与能力普及

1.大企业围绕“强化数据、创新模式”重点聚焦高价值应用



大企业具备较好的信息化基础，借助平台提升数字化分析决策能力，布局两大类高价值应用：一是对特定场景进行深度的数据分析挖掘，优化设备或设计、生产、经营等具体环节，在现有基础上借助平台增强能力；二是对产业链条进行要素打通并叠加

一定程度的数据分析，提升上下游协同与资源整合能力，积极拓展创新型应用。

面向资产管理服务场景，大企业优先在设备健康管理中，借助平台进行大数据深度分析优化，降低设备运维成本，提高资产使用效率。例如，针对高单值设备，为有效避免设备故障造成的巨大损失，西安陕鼓动力与北京工业大数据创新中心合作，基于平台对远程机组状态进行数据分析，为设备健康运行与维修保养提供有效指导，实现正常检修工期缩短 33.3% 以上，平均节约设备管理内耗成本 42%。针对大量一般性设备，机理模型与大数据分析经验易于复用，能够形成规模效应，富士康通过 BEACON 平台对吸嘴状态数据进行分析优化，保养频率由 25000 次升至 80000 次，吸料率由 99.7% 提高到 99.96%，节省近 22 万元的成本；并与天泽智云合作，结合多源数据的特征提取，针对 CNC 机床进行刀具寿命预测，预计可降低 60% 的意外停机，质量缺陷率从 6‰ 降至 3‰，节约 16% 的成本。

面向生产过程管控场景，大企业重点关注能耗与排放管理、质量管理等应用，在现有生产管理系统的基础上，依托平台大数据分析能力进行优化，减少产品质量缺陷、降低能耗排放。针对排产调度、工艺管理等个性化较强的领域，大企业仍主要使用原有信息管理系统。以质量管理为例，航天电器利用 INDICS 平台建立多种因素与质量关键 KPI 的关联关系模型，对设备、工艺、检测等数据进行质量关因分析，实现不良品率降低 56%。以能耗

与排放管理为例，山钢集团借助优也 Thingswise iDOS 平台，部署应用 EEWise 能效优化系统，对跨工序能效数据进行动态寻优，实现年化能源降本 8000 多万元，能耗成本降低 11.4%。

面向企业运营管理场景，大企业将大数据分析能力与供应链管理、财务管理等业务结合，实现更精准智能的决策。以供应链管理为例，华峰集团构建面向新材料领域的工业互联网平台，整合众多上游厂商，并基于数据分析提供大批量材料集中采购等服务，降低采购成本 30%，提升供应链协同效率 3 倍，提高了资源配置效率。以财务管理为例，食品公司都乐利用甲骨文平台对商业数据进行全面的可视化与智能分析，以往需要数天完成的财务报表减少到几分钟即可完成，预付成本降低 90%。

面向资源配置优化场景，大企业在全流程系统性优化应用中，借助平台实现现有各类系统的互联互通、数据分析与整体优化。虽然总体尚处在起步阶段，但个别领先企业已探索布局。围绕产品全生命周期优化，为加速产品的创新迭代、提升用户体验，本田公司利用 IBM 大数据分析技术，使自身 100 人的工程师团队能够以更高的效率分析上百万份司机行为数据，并结合产品材料、结构设计等数据，初步实现产品全生命周期优化。再如海尔基于 COSMOPlat 平台对用户需求、反馈与制造能力数据进行整合与分析，某新产品上市周期由 6 个月降低至 45 天，一年时间内产品实现 3 次迭代升级，价格提升 10% 以上。围绕产供销一体化，中国石化基于石化盈科 ProMACE 平台实现从原油采购、石油炼化、

库存管理到成品油销售的整体性优化，在保证原油低点买入、成品油高点售出的同时，实现相对最小库存，试点企业综合优化增效 10 亿元。围绕**制造能力交易**，智能云科 iSESOL 平台开放共享自身生产力，提高闲置设备的利用率，目前已对 24000 台机床提供超过 533 万小时的交易共享服务。

2.中小企业围绕“抓资源、补能力”诉求布局平台应用

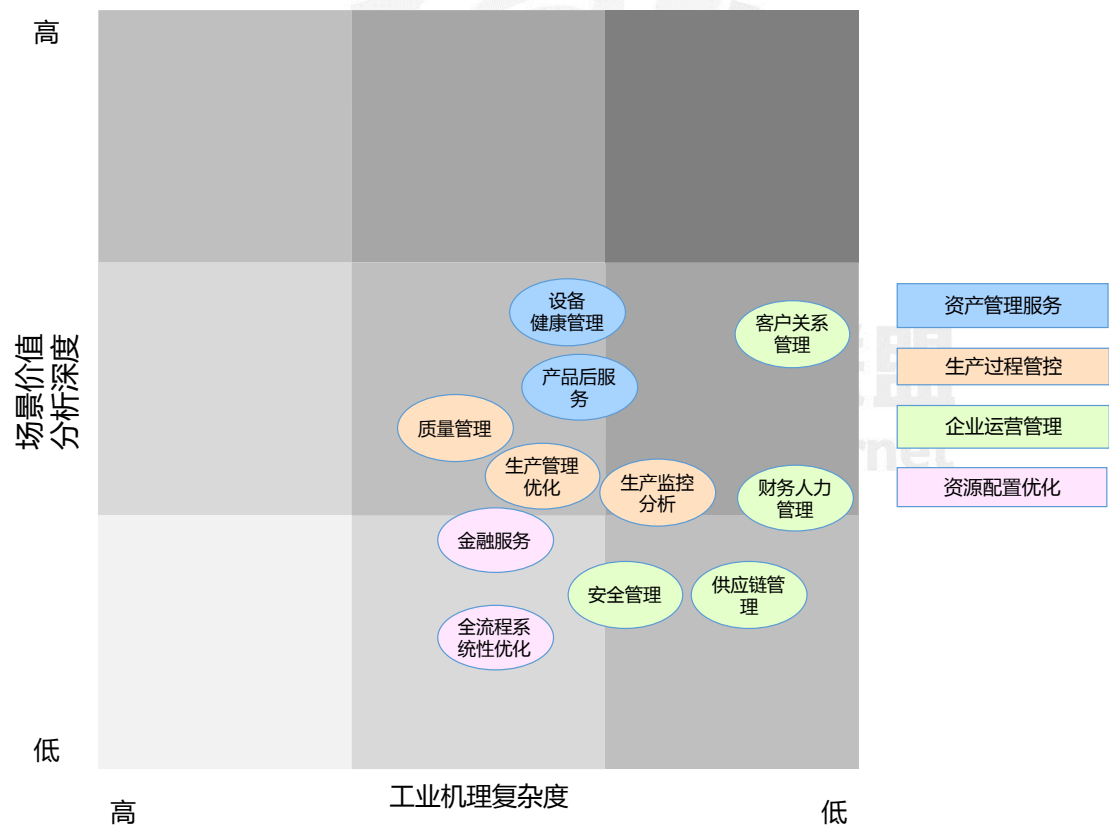


图 中小企业平台应用优化价值视图

中小企业以工业传统应用的普及为主，部分创新型应用更为聚焦。一方面，基于平台 **SaaS** 服务部署的经营管理类云化应用，以及基于广泛连接的简单生产管理系统应用，构成了存量“补能力”的主体；另一方面，“抓资源”诉求使中小企业聚焦于金融

服务等创新型应用。

订单与资金是决定中小企业生存发展的关键因素，通过平台融入到社会化生产体系中获得潜在的订单与贷款，成为当前中小企业平台应用的核心诉求，一是发现潜在商机，如仅有 27 名员工的小微企业 Fireclay，利用 Salesforce 的客户关系管理平台对客户关系与订单数据进行分析与价值挖掘，现有客户满意度提高 90%、潜在客户增加 400%。二是获取生产订单，如依托生意帮的协同制造管理平台，62 家具有闲置产能的中小企业获得了总数为 470 万个车牌的生产订单，盘活了 153 台闲置设备，交付周期由 90 天缩短至 14 天。三是争取融资信贷，如超过 13000 家中小微企业接入至天正公司的 I-Matrix 平台，通过对生产设备数据与工业信用数据的交叉分析，使金融机构能够更准确评估中小企业的信用等级，从而实现精准放贷。目前已为超过 1200 家中小微企业提供了近 13 亿元的放贷额。

通过平台获取经营与生产的信息化管理能力，也是中小企业使用平台的重要目的。针对数字化能力补课需求，中小企业通过平台低成本云化部署 MES、ERP 等系统，成为中小企业上云的重要场景。一是以进销存为代表的经营管理类云化应用，在此基础上叠加简单数据分析。例如，南康家具加工中小企业通过租用江西工业云平台的云化 SaaS 服务，提升企业经营管理与产业协作水平，平均每家企业可节约 10 万元/年的成本。再如中型企业 Blue Microphones 选择甲骨文 NetSuite 云化 ERP 服务代替了原有

的财务系统，实现了实时可视化的财务、库存与人力资源管理，每年节约成本 8 万美元。二是以生产过程可视化、设备 OEE 和物料管理为代表的简单生产管理系统。例如，东莞爱电电子通过部署盘古信息的智能管理系统，实现了物料、工单信息的可视化与生产异常的实时报警，错料事故由每月 4 次降为 0，工单完工清尾时间较少 45 分钟。再如杭州蕙勒借助根云平台实时采集机床工况、加工产量、运行参数等数据，提升车间可视化水平，日计划完成率增长 10% 以上，废品率下降 2% 左右。

（三）垂直行业平台应用走向纵深

1. 高端装备行业重点围绕产品全生命周期开展平台应用

高端装备行业具有产品复杂、价值高、生命周期长以及生产与管理复杂等特点。当前平台应用以全链条打通的协同设计、基于模型开展深度数据分析的设备健康管理等创新应用为主，兼具数字化分析的工艺调优及软件上云叠加简单数据分析的供应链管理等传统应用。主要表现在以下四个方面：

在研发设计环节，重点关注复杂产品多专业协同设计与仿真验证。例如，为提升研发效率，波音基于达索 3DEXPERIENCE 平台实现了多专业协同设计，提升数字化协同能力，降低 40-60% 成本。再如，中国航天科工集团第四研究院基于索为 SYSWARE 平台实现商用航天的固体火箭发动机总体论证，通过 13 个设计流程、

30 个专业算法、7 个工具软件开展仿真，设计人员工作效率提升 14 倍。

在生产制造环节，重点关注关键生产工艺优化。例如，德马吉森精机基于 CELOS 系统将工件生产的整个工艺流程在计算机上进行 1:1 仿真，根据仿真验证结果优化加工工艺，从而确保加工计划完整正确，有效避免碰撞并最大限度缩短装卡时间。

在经营管理环节，重点关注供应链深度协同与优化。例如，空客集团依托富士通 Colmina 平台整合众多上游供货厂商，通过平台的自动标识与数据分析服务，实现飞机制造零部件的高效管理与精准采购，减少供应链成本 20%。

在设备运维环节，重点关注高价值设备的预测性维护。例如，泰隆减速机公司基于徐工信息汉云平台对机床联网采集数据，结合机床机理模型，通过大数据分析技术对机床进行实时监测与预测性维护，设备利用率提高了 7.65%，设备运维成本降低 20%。再如，中联重科通过中科云谷平台建立基于机理和机器学习的模型，对主油泵等核心关键部件进行健康评估与寿命预测，实现关键件的预测性维护，从而降低计划外停机概率和安全风险，提高设备可用性和经济效益。

2.流程行业以资产、生产、价值链的复杂与系统性优化为应用重点

此类流程行业具有原材料与产品价格波动频繁、资产价值高、排放耗能高、生产安全风险大等特点，由于其连续生产要求，行业普遍具有较高的自动化与信息化基础。现阶段平台应用多为全流程系统性优化的全价值链一体化、运用新技术的资产管理等创新型应用，部分为基于模型开展深度数据分析的生产管理优化、能耗及安全管理等传统应用。具体包括四个方面：

一是开展高价值设备的资产管理优化。例如，中化能源科技依托中化工业互联网平台，运用工业大数据及人工智能等技术，对泵机群、压缩机、蒸汽轮机等装备进行健康管理，实现了设备故障的诊断、预测性报警及分析，设备维护成本每年减少 15%。

二是生产环节通过对原料配比与控制参数的优化，提升生产效率。例如，中国石化依托平台对近 4600 个批次的石脑油原料进行分析建模，形成 13 个典型操作类型，组成了操作样本库。通过该方法计算优化工艺操作参数，使汽油收率提高 0.22%、辛烷值提高 0.9，实现生产工艺优化。再如，华能重庆珞璜电厂基于华能 AIndustry 工业互联网平台，构建 18 个设备的热力学模型，通过历史数据基于模型计算出平均工况下最优发电技术煤耗比平均发电煤耗降低了 2.2 克/千瓦时，可节省 7480 吨标煤，全年节约 598 万元左右。

三是提升能耗、排放与安全管理水平。例如，为降低成本，酒

钢集团基于东方国信 Cloudiip 平台通过大数据分析计算出不同设备和系统的能源数据实现能耗管理，单座高炉每年降低成本 2400 万元、单座高炉每年减少碳排放 20000 吨，冶炼效率提升 10%。再如，为增强安全保障，河南能源化工集团基于寄云科技的安全生产管控平台，将设备数据和运营管理系统数据集成与分析，实现对下属多个化工园区及厂区的重点工艺和设备、环保设施、重大危险源等信息的安全监控及历史数据查询，提高安全管理水平。

四是基于平台的产业链、价值链一体化协同。例如，为加强产品竞争力，推动向“基地间生产合同分工制造”的转变，宝武集团基于宝信工业互联网平台将多属地云平台集成为一个整体的分布式平台系统，并叠加生产与经营管理数据的分析，促进多基地生产、销售等层面的协同与整合，实现整体产销能力的提升。

3.家电、汽车等行业侧重于规模化定制、质量管理与产品后服务应用

此类行业具有产品同质化严重、市场竞争激烈特点，在工业互联网平台的应用中，创新型应用重点关注全流程系统性优化的大规模定制、基于产品大数据分析挖掘的产品后服务等场景，传统应用升级以大数据分析优化的质量管理为代表。主要聚焦于以下三个方面：

一是开展大规模定制，通过产品差异化提升利润水平。

例如，康派斯房车基于海尔 COSMO 平台开展大规模定制，用户参与到定制需求提交、设计解决方案交互、众创设计、预约下单等产品全生命周期，综合采购成本下降 7.3%，生产周期从 35 天缩短到 20 天，产品溢价达 63%。

二是拓展产品后服务市场，提升产品附加值。例如，北汽福田汽车通过车联网建立基于客户“车生活”的生态系统，开展车队管理、汽车金融服务、数据服务、车货匹配及影音娱乐等增值服务，提高市场竞争力和占有率。再如，一汽集团基于平台依托车联网开展车载娱乐、道路救援、智慧停车、车险服务等增值业务，现已有 200 万入网车辆得到服务。

三是提升质量管理水平，降低不良品率。例如美的基于 M. IoT 平台通过对系统中品质数据进行大数据自学习优化，品质一次合格率从 94.1% 提升到 96.3%。

4. 制药、食品等行业的平台应用以产品溯源与经营管理优化为重点

此类行业具有产品安全要求高、市场销售压力大、资金周转与库存管理难度大等特点。平台应用以软件上云叠加数据分析的库存管理、销售与财务管理等应用为主，部分为产品溯源等特色创新型应用。当前主要聚焦在以下两方面：

一是产品溯源，保证食品药品安全。例如茅台酒厂基于浪潮平台通过由浪潮质量链发码系统实时提供的酒瓶二维码，可追溯

每瓶酒的生产、原料等数据，并且通过 APP 将扫描的销售时间、地点等信息更新到平台，以保证酒的品质。

二是提升库存、销售与财务管理水平。例如，今麦郎基于金蝶财务管理平台规范业务流程，并制定各类销售政策，实现集团对子公司业务管控，业务流程匹配度由 40%提升到 95%，销售政策执行的有效性由 90%提升到 100%，财务结账速度由 10 天缩减为 5 天，库存呆滞发生的可能性由 100%降低到 5%，提升运营效率。

5.电子信息制造业重点关注质量管理与生产效率提升

该行业具有产品种类多、升级换代周期短、生产质量要求较高等特点。当前平台应用以软件上云叠加数据分析的库存管理等应用为主，同时开展了基于模型开展深度数据分析或运用新技术的质量管理等应用。当前聚焦以下两方面：

一是基于平台的大数据分析能力，提升产品质量。例如富士康基于电子元器件表面贴装制造平台开展车间设备实时可视化、设计与制造协同、大数据智能决策，从而实现人均产出提升 20%，产品良率提升 30%。再如，华星光电依托 TCL 格创的 Getech 东智平台通过海量图像样本库和基础算法库，基于 AI 开展视觉检测和缺陷判定，目前的缺陷识别速度达到 50 毫秒，缺陷分类识别准确率为 90%，为华星光电每年增收约 1000 万元。为加强质量管理，华为打通供应商、研发、制造、市场返还等产业链全流

程关键质量数据，构建全球测试大数据质量预警体系，实现供应商来料质量预警、制造过程质量预警及网上返还质量预警，驱动质量管控从事后拦截向事前预测、预防方向转变，批量问题起数降低 9%，开局坏件数改进 15%，早期返还率改进 24%。

二是生产效率提升与库存优化，提升企业运营效率。例如顺络迅达电子公司基于航天云网 INDICS 平台通过大数据分析，实现产品从设计研发、采购、生产、质量、销售、物流等全业务流程的监控和运行调度，使其生产经营效率提高 30%，年度生产成本降低 200 万元。再如新华三基于紫光云引擎平台将印刷机、贴片机、AOI 等设备接入，采集设备运行数据和工艺数据，实现企业全过程数据融通，新华三生产库存周转率在过去三年提高 50% 以上，运营效率得到提升。

三、工业互联网平台的技术进展

近一年多以来，工业互联网平台技术创新持续深化，技术体系从支撑“建平台”走向支持“用平台”。在这一过程中，基于 IT 技术的平台架构与应用开发技术创新、以及通过工业模型沉淀和场景化二次开发所带来的平台服务功能提升，成为两条鲜明的技术发展主线。一方面，容器、微服务与应用开发技术不断提升平台的资源利用效率，推动功能解耦与复用，加速应用开发与创新；另一方面，各类工业模型的沉淀、面向工业特点的数据管理和分析、以及平台功能向工业现场的不断下沉，持续提升平台工业服

务能力。

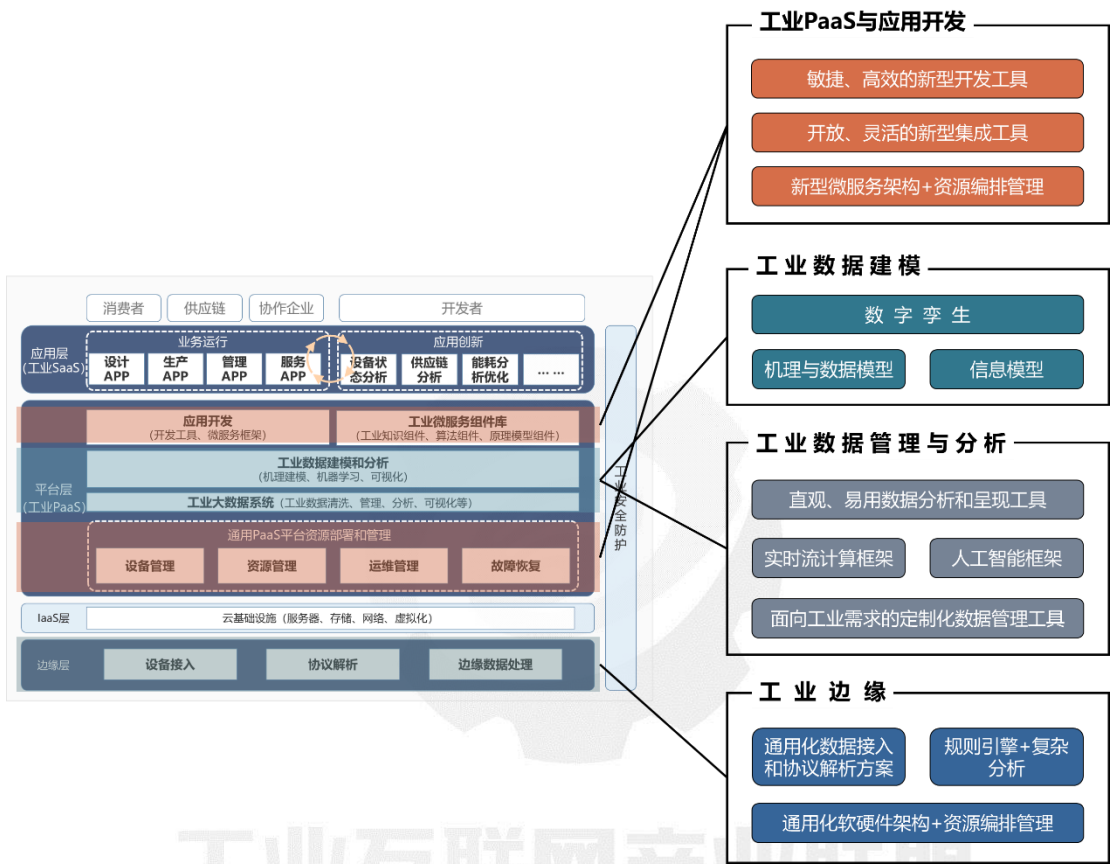


图 工业互联网平台关键技术

具体而言，一是平台边缘功能由数据接入向智能分析演进，传统的定制化的数据接入方案逐步演变成平台服务；而边缘数据分析功能从简单规则引擎的应用向人工智能等复杂分析延伸；边缘功能的变化背后是通用 IT 软硬件架构的下沉，给边缘数据分析和应用运行带来更好的支撑环境，使整体平台架构更加统一，降低平台系统应用的综合成本。二是模型的沉淀、集成与管理成平台核心能力，信息模型的集成与统一成为提升平台工业要素管理水平的关键，为平台资产、功能提供统一的语义描述；机理模型、数据模型、业务模型快速在平台中沉淀，使平台化的提供工

业个性服务成为可能；数字孪生由概念走向落地，多类模型融合集成，支撑全企业的系统优化。三是数据管理与分析从开源工具走向成熟商业方案，平台聚焦工业特色需求，普遍开展定制化开发强化工业数据管理能力；工业现场的实时性业务需求驱动平台大力发展实时流分析能力，人工智能技术进一步扩大了平台处理工业问题的深度和广度；平台不断丰富数据分析和可视化工具，催生工业数据中台，有望大幅降低分析门槛，提升分析效率。四是平台架构向资源灵活组织、功能封装复用、开发敏捷高效加速演进，以 Kubernetes、Service Mesh 为代表的容器、微服务技术演进推动平台基础架构加速成熟，大幅提高平台功能解耦和集成的效率；新型集成技术发展将有效提升平台功能复用效率，推动平台功能由“内部调用”走向“多云集成”；DevOps 与低代码提升开发效率，降低开发门槛，新兴平台架构和应用开发技术推动工业 APP 交付更快、应用更广。

（一）边缘功能重心由接入数据向用好数据演进

1.数据接入由定制化方案走向平台通用服务

数据接入难度和成本是制约工业互联网平台应用的核心痛点之一，平台正尝试提供面向不同设备的综合性接入技术方案，推动平台快速应用落地。存量设备接入仍以边缘协议解析为主要方式，逐步从个性方案发展成为平台通用服务。具有较强工业协议积累的企业正在将接入方案转化为平台服务，将解析能力下发

至边缘设备实现数据接入。例如，研华 WISE-PaaS 3.0 中集成了多协议数据采集微服务，基于 EdgeX Foundry 开源框架在多类网关中部署和运行。博世 IoT 集成了 10 余种工业协议，基于模块化 OSGi 架构下发至网关设备上灵活配置。未来，数据接入方案将内嵌在新增设备中，直接连平台有望成为重要趋势，SDK 等数据接入方案在商业物联领域已普遍应用，正在加速向工业互联网领域延伸，例如 ThingWorx 基于 SDK 实现了与工业机器人、3D 打印机、AR 等设备的双向实时数据传输。COSMOPlat 基于 MQ-SDK 实现了工业机器人、纺织机械、数控机床等设备与边缘管理云平台的连接。从长期看，平台企业将与硬件厂商合作直接把接入能力集成至芯片中，类似小米 9.9 元 IoT WiFi 模组和谷歌人工智能芯片 Edge TPU 都有望向工业领域渗透。

2.边缘数据分析从简单规则向复杂分析延伸

为满足工业实时性要求，降低网络和 IT 资源消耗，在边缘侧开展数据分析正在成为工业互联网平台的普遍做法。基于“IF-THEN”的简单规则支撑边缘侧的大部分数据应用，PTC ThingWorx、博世 IoT、施耐德 EcoStruxure、东芝 SPINEX 等平台都在边缘侧集成了规则引擎，IBM Watson IoT 可以根据监控数值的大小和频率执行不同操作，在边缘识别并警告质量缺陷、安全风险等，AWS IoT 1-Click 可以快速执行定义好的 Lambda 程序，提升车间运行效率。在边缘进行基于机理和数据的复杂分析

成为重要探索方向，西门子 MindSphere 在边缘控制器上集成分析引擎，通过运行 RMS 速度、零峰值速度、波峰因数等七类算法进行振动分析，实现设备预测性维护。ADAMOS 平台集成德玛吉森 CELOS 系统，支持在机床中部署机器学习算法，根据温度补偿刀头位移。天泽智云在边缘端部署特征提取算法，对火车轴箱轴承等核心部件进行故障诊断。边云协同实现落地应用，Predix、Uptake、谷歌 IoT、AWS IoT 等平台基于工业智能公司 FogHorn 的 Lightning 边缘智能技术，将云端训练形成的机器学习乃至深度学习模型推送到边缘设备上运行，支撑半导体产能优化、离心泵状态检测、电容器缺陷检测等多类应用。以云计算为代表的集中式计算、以边缘计算为代表的分布式计算，在成本、可靠性、灵活性、安全性等方面各具优势，适用于不同的工业场景，平台的边缘和云端将会相辅相成、有效整合、共同发展。

3.通用 IT 软硬件架构向边缘侧下沉，为边缘应用创新提供更好载体和环境

边缘设备从“功能机”走向“智能机”已经成为平台发展必然趋势，将大幅提升边缘应用深度和广度。当前主要聚焦网络设备的智能化，未来将进一步向工业设备延伸。现阶段“通用处理器+通用操作系统”成为边缘网关的主流架构，例如 HPE Edgeline 边缘网络设备采用 Atom、i5、Xeon 处理器，为 Windows 和 Linux 不同版本提供了全套驱动，更好支撑数据处理、边缘分析、自主

运维等功能。英特尔、思科、戴尔、华为、惠普、研华、西门子、GE 等边缘网关也采用了类似的技术架构。未来“专用处理器+通用处理器”混合结构将应用于工业设备，同时满足实时控制和数据分析功能。AWS IoT 为开发者提供通用开发板，采用 ARM Cortex-A9 处理器+赛灵思 Zynq-7000 FPGA 芯片，其上运行 Amazon FreeRTOS 操作系统，能够支持高性能电机控制等边缘工业需求。MindSphere 边缘控制器中集成了英特尔 Movidius Myriad X 视觉处理器，强化自动分拣和缺陷检测等计算视觉应用。

开源技术向边缘侧下沉，在边缘侧形成一个统一的数据和应用创新生态。EdgeX Foundry、Azure IoT Edge、Cloud IoT Edge、Eclipse Kura、KubeEdge、OpenEdge 等边缘架构将推动边缘设备的开发标准化，提升互操作性。博世融合 Eclipse 开源组织，围绕博世 IoT 打造了一个从数字双胞胎到嵌入式编程的边缘开放生态。MOBY、Kubernetes 等容器管理和编排技术推动边缘软硬件资源更高效和灵活的管理，Azure IoT Edge 支持 MOBY 和 Kubernetes，推动边缘网关快速灵活的建立和更新业务逻辑。Apache Nifi/MiNiFi 等数据管理和集成架构将进一步改变边缘数据集成方式，工业平台 Sciometric 与数据接入平台 Attunity 和数据管理平台 Hortonworks 合作，基于 Apache Nifi 实时采集边缘制造数据，构建工厂数据湖，支撑流程优化、预测性维护、供应链优化等分析应用。

（二）模型的沉淀、集成与管理成平台工业赋能的核心能力

1.信息模型规范统一成为平台提升工业要素管理水平的关键

为对各类工业设备、系统进行更加有效的识别和交互，工业互联网平台正将信息模型的集成与统一构建作为支撑自身应用拓展的一项关键能力，并遵循两类思路推进。一是自上而下：平台企业提供开放的信息模型构建工具，统一工业资产的语义描述。例如 PTC ThingWorx 构建了一套复杂的模型体系 ThingModel 来描述工业资产和流程，既可以定义工业资产的具体特征和属性、界定资产之间的层次和关联关系，还可以实现信息模型在类似领域的快速复用。AWS IoT 的 Thing Registry、Waston IoT 的 Device Model、Azure IoT 的 Device Twin、Atomiton 的 TQL 语言都采用类似方法支持工业建模。二是自下而上：设备企业基于统一协议构建信息模型，与平台进行集成。OPC-UA 有望为工业设备提供统一的信息模型构建标准，西门子、罗克韦尔、ABB、贝福、博世、施耐德等自动化企业的专有协议，MTConnect（机床）、Euromap 77（注塑机）、PLCopen（控制）等行业或领域协议都加速与 OPC-UA 进行整合，实现信息模型间的映射与互通。同时，绝大部分平台都具备将 OPC-UA 信息模型转化为自有信息模型的能力，从而有效整合各类工业设备的信息模型。微软 Azure IoT 更是直接将 OPC-UA 信息模型推送上云，支持可视化展示设备效率（OEE）和关键绩效指标（KPI）等平台应用。

2.机理模型、数据模型、业务模型加速沉淀，工业服务能力不断强化

为提供更适用于工业场景需求的数据分析和应用开发服务，平台不断深化对机理模型和数据模型的积累，不断提升分析结果的准确度。Ambyint 专注于石油液压升降系统的优化和维护，不仅沉淀了人工举升采油法中的大量现代物理学知识，而且积累了 45TBs、1 亿小时的油井运行数据，在此基础上不断训练分析模型，更好诊断井下和地表异常，并优化油井运行参数。博华科技专注于旋转机械、往复机械的振动监测，积累了大量燃气轮机、轴流风机、挤压造粒机、汽轮机等设备历史运行数据和领域知识，强化设备预测性维护的性能。Uptake 积累了 800 多种工业设备、55,000 种故障模式和维护策略的工业知识库，并收集了大量工业天气，交通模式，卫星图像，地理空间系统等数据集，更好支持分析模型的构建。天泽智云与中车青岛四方、东方电气等垂直领域企业合作，积累轴箱轴承、空压机、机床、风力发电机、高炉等设备的运行数据，积累大量故障模式识别模型，支撑重点设备的预测性维护。同时，平台积极探索业务模型的沉淀，支撑形成贴合业务需求的综合性工业应用。西门子推动 Atos、埃森哲、Infosys、德勤、凯捷和普华永道等传统系统集成合作伙伴的业务模型和行业经验与 MindSphere 集成，形成平台应用。例如，Atos 在 MindSphere 平台上为航空航天，汽车和食品饮料等行业开发了缺陷检测、质量管理、绩效优化、预测性维护、能耗管理、eBoM

检查等 14 个即用型应用。IBM Watson IOT 平台加速与资产管理软件 IBM Maximo 整合，平台基于 Maximo 中的电力、石油、核能、运输、航空等行业模型，开发生产、绩效、质量、能源、资产和供应链等领域的优化应用。ThingWorx、Predix、博世 IoT 等也通过类似方法积累了大量业务模型。

3. 多类模型融合集成，推动数字孪生由概念走向落地

数据孪生探索刚刚起步，逐步成为大部分平台建模和模型管理的核心理念。大部分平台的数字孪生主要集中在对设备的实时状态描述，微软 Azure IoT、亚马逊 AWS IoT 等平台构建描述设备状态的数字孪生模型，根据实时数据调整设备状态，为上层应用提供准确信息。部分平台扩展定义数字孪生模型间的相关关系，更好的体现真实世界的复杂性。博世 IoT 平台集成 Things 组件，在实时描述设备状态的同时，还可以描述模型间的关联和层次关系，有效支撑设备监控、预测性维护、质量和流程优化等分析应用。少数平台将进一步将机理模型整合进数字孪生模型，支撑复杂数据分析。Predix 将数字双胞胎定义为“设备状态数据+分析”，基于 ANSYS CAE 仿真模型，构建风力涡轮机的数字孪生分析系统，融合机理公式和设备信息模型，支撑运营优化和预测性维护服务。ThingWorx 集成 Creo Product Insight 功能，用工业现场数据驱动 CAD 模型，实现更精确的运动仿真。未来面向工厂业务的数字孪生应用将成为平台创新热点，支撑整体优化。西门子与

Bentley Systems 合作发布 PlantSight 数字孪生云服务，为工厂建立全面、完整、实时同步的数字孪生模型，所有业务功能和分析工具可以获得统一的实时数据，支撑全厂系统优化。目前 MindSphere 正在与 PlantSight 进行整合，支撑资产性能管理应用。

（三）数据管理与分析从定制开发走向成熟商业方案

1. 平台聚焦工业特色需求，强化工业数据管控能力

开源工具无法完全满足工业数据处理需求，平台普遍开展定制化开发提升数据处理效率，数据质量控制成平台核心竞争力。寄云整合 Kafka、Flume 等开源技术，自研数据转换、背压、回补等工具，确保实时数据的摄入质量。Thingswise 数据处理引擎可以基于元数据、既定规则和场景信息进行数据质量处理，用户可以根据工业知识指导更精准的数据筛选。Predix 整合 Elasticsearch 等开源技术和 Top Data Science 等第三方企业服务，提供快速搜索、二进制解码、动态时间规整等十余种数据管理工具。面向工业时序数据特点，平台普遍集成时序数据库，大幅提升工业数据读写性能。微软、亚马逊、谷歌、阿里等大型公有云普遍推出时序数据存储服务，为工业互联网平台提供时序数据的低成本长期存储。Predix 和 MindSphere 均以 API 的形式对用户开放时序数据存储服务。为更好的满足工业数据实时和并发处理需求，清华大学开发时间序列数据库 IoTDB，与通用时序数据库相比大幅提升数据写存读性能，未来有望与多个平台集成。批流

融合处理能够更好的支撑生产数据和业务数据的综合分析，成为平台探索热点。ThingWorx 与 Hortonworks 数据管理平台集成，整合 HDFS、Yarn 等开源框架，支持时序数据、资产数据、过程数据、工单数据等海量多源异构工业数据的统一存储与分析，为机器学习和实时流分析构建共性基础。未来 Spark 、 Flink 等开源框架将继续向工业领域渗透，推动更多平台应用批流融合处理架构。

2.实时分析与人工智能成为平台数据分析技术的创新热点

工业现场的实时性业务需求驱动平台大力发展实时流分析能力。Thingswise 开发了面向流数据的模式识别技术，基于简单规则、复杂规则、算法模型综合识别事件原因并触发相关操作，更好的支撑设备状态检测、故障报警等应用。博世 IoT 与 Software AG 合作，基于 APAMA 实时分析决策引擎，监控工业设备的地理位置和运动特征，分析异常情况并即时处理。Predix 集成 SAS 事件流分析工具，支持并行，串行和递归等流数据分析算法，为火车运行优化、车队运行优化、产品质量分析等提供毫秒级决策建议。人工智能技术进一步扩大了平台处理工业问题的深度和广度，部分平台聚焦专业领域，整合 Spark、TensorFlow 等开源工具提供工业智能分析成熟商业方案。Uptake 聚焦预测性维护领域，开发了机器学习引擎，提供故障预测、噪音过滤、图像分析、异常检测、动态规划等功能，提高石油钻井平台、风力涡轮机、工

程机械等资产运行效能。Maana 聚焦石油和天然气领域，梳理领域知识打造知识图谱，与机器学习模型相结合，为 GE、壳牌、阿美等石油巨头提供决策和流程优化建议。

3.平台贴近工业实际，完善工具不断提高工业数据易用性

平台加快集成工业组态和可视化监控服务，提供更加直观高效的工业数据展示。阿里云将数据可视化技术与传统 SCADA 组态技术结合，支持全企业信息汇聚与统一监控运维，实现远程设备状态监控和控制指令下达。Predix 集成 Tableau 数据可视化工具，直观展示飞机引擎、机身、襟翼、起落架的运行数据和地面操作、维护、人员的状态数据。数据建模与分析工具向组件化和图形化发展，大幅降低数据科学应用门槛。天泽智云将快速傅里叶变换、小波分析、主成分分析等特征提取算法，分类、聚类、回归、插值与拟合等建模工具，以及风电、旋转机械、电池等行业建模经验封装为平台组件，支持拖拉拽建模，降低用户建模门槛。平台强化对 AR/VR 工具的集成，使数据分析的结果由“抽象”到“具象”。西门子 MindSphere 将 VR 及 AI 技术引入汽车设计与生产过程，实现实时模拟与调整。博世 IOT 交互式投影模块通过检测用户手势实现虚拟交互。达索 3DEXPERIENCE 平台 3D 设计与工程应用套件支持用 AR/VR 方式查看项目，在设计或工程中实现沉浸式的互动体验。SAP、PTC ThingWorx、AWS IoT 也在平台中集成 AR/VR 技术，增强用户体验，提升产品设计、

制造和服务等方面业务能力。从长期看，数据管理、分析、展示工具功能向平台不断沉淀，可能催生工业数据中台，有望大幅降低分析门槛，提升分析效率。

（四）平台架构向资源灵活组织、功能封装复用、开发敏捷高效加速演进

1.容器、微服务技术演进大幅提升平台基础架构灵活性

为进一步推动软件解耦与功能集成，平台 PaaS 架构向“容器+微服务”方向深化发展。Kubernetes 以其更高效的资源调用和组织性能成为更多平台构建其通用 PaaS 的关键技术。博世 IoT Suite 基于 Kubernetes 实现对云应用容器的快速配置与更新。日立 Lumada 平台集成 Kubernetes 工具实现对 Docker 和原生 Marathon 的高效编排。华为 FusionPlant 在云容器引擎 CCE 中支持原生 Kubernetes 工具进行资源编排。Service Mesh 等新型微服务架构将进一步降低功能解耦和集成难度。阿里巴巴基于 Service Mesh 架构实现存量功能组件的快速集成，新功能上线时间由半年缩短至一个月，目前已经应用于金融领域，未来有望向工业领域渗透。富士康 BEACON 基于 Service Mesh 架构实现不同功能组件间的有效配置和管理，大幅降低微服务的构建难度。。从长期看，各类功能组件的解耦，推动模型、数据、微服务进一步向平台下沉，将逐步形成业务中台，为应用开发提供更好支持。

2. 新型集成技术发展将有效提升平台功能复用效率

云中间件技术强化传统工业软件与平台应用的数据交互，使二者能够共同支撑企业业务决策。MindSphere 整合 MindConnect Integration 集成中间件，推动平台与 PLM、ERP、MES 等软件、Salesforce CRM 等 SaaS 服务的数据集成，支撑企业进行跨系统业务创新应用的开发。与之类似，ThingWorx Navigate 等商业工具、Apache Sqoop 等开源工具也均能支持企业原有信息系统与平台应用的集成。

集成技术发展推动平台功能由“内部调用”走向“多云集成”。当前很多平台基于 REST API 技术实现平台内功能组件的集成，构建工作流，提升功能复用效率。Predix 将数据管理、运维、分析等几类核心服务整合为工作流，目前已形成 17 个预置模板，支持资产管理、时序数据管理等应用的快速构建。MindSphere 基于 Visual Flow 工作流调用工具，实现对异常检测、事件分析、信号计算等功能的快速复用。未来 OpenAPI 技术将推动平台间的功能调用与集成。将平台内部的 REST API 以 OpenAPI 的形式对外开放，能够有效促进平台间的功能集成。目前 Salesforce IoT Cloud 使用 OpenAPI 规范定义平台接口，未来随着更多平台支持 OpenAPI，类似 Anypoint、Cloud Elements 的 API 集成平台将有望重构跨平台应用集成方式。

3.DevOps 与低代码技术变革应用开发流程，提升开发效率

DevOps 技术进一步提升平台应用开发效率，GE Predix 集成 Jenkins 等持续集成与交付工具，推动应用自动构建、测试、部署，缩短从工业 APP 代码编写到应用上线的时间。华为 FusionPlant 集成自动化代码检查工具 CodeCheck，基于近 2000 条检查规则对代码缺陷进行准确检测和分析，提升产品质量分析、供应链管理、生产能耗预测等应用的开发效率。低代码技术进一步降低平台应用开发门槛，西门子 MindSphere 平台基于低代码开发工具 Mendix 支持模型驱动的开发方式，简化应用开发流程。PTC ThingWorx 集成 Mashup Builder 低代码开发环境，积累 60 多个预置可视化功能组件，支撑应用快速构建。IBM Watson IoT 平台基于低代码开发工具 Digital APP Builder，简化机器学习、图像识别组件开发流程。

4.新型架构催生以工业 APP 为核心的新型应用体系

基于统一平台架构开发全新的原生云应用成为工业 APP 构建的主流选择，能够提供最优的可扩展性，降低 APP 开发、部署、应用门槛，更快的满足市场需求。PTC ThingWorx 平台提供了 Navigate、Controls Advisor、Production Advisor、Asset Advisor、Flow 等原生云应用，支持数据快速集成、PLC 快速连接、数据可视化、设备监控等功能的开箱即用。传统工业软件 SaaS 化依然是工业 APP 构建的重要方式，新型架构和集成技术为传统软

件快速云化构建了技术基础。ANSYS 发布仿真计算云平台 ANSYS Engterprise Cloud，实现仿真工程计算能力快速扩展，打破本地计算能力的物理资源上限。SAP 将原有 ERP 软件按照功能解耦为财务、流程、人力、销售等多个模块，打造 S/4 HANA 软件套件，实现灵活的功能组合与应用的快速部署，并基于统一的云基础环境，实现灵活的计算资源配置。

四、工业互联网平台的产业生态

（一）聚焦核心能力成为工业互联网平台产业发展重要趋势

从全球发展来看，随着工业互联网平台市场的日渐成熟与不同主体间的竞争加剧，平台业务聚焦与不同平台间分工合作成为重要趋势。一方面，各类平台主体基于原有核心优势选择 2-3 个业务方向进行聚焦。另一方面，聚焦不同业务的平台主体通过合作来共同打造完整平台解决方案。

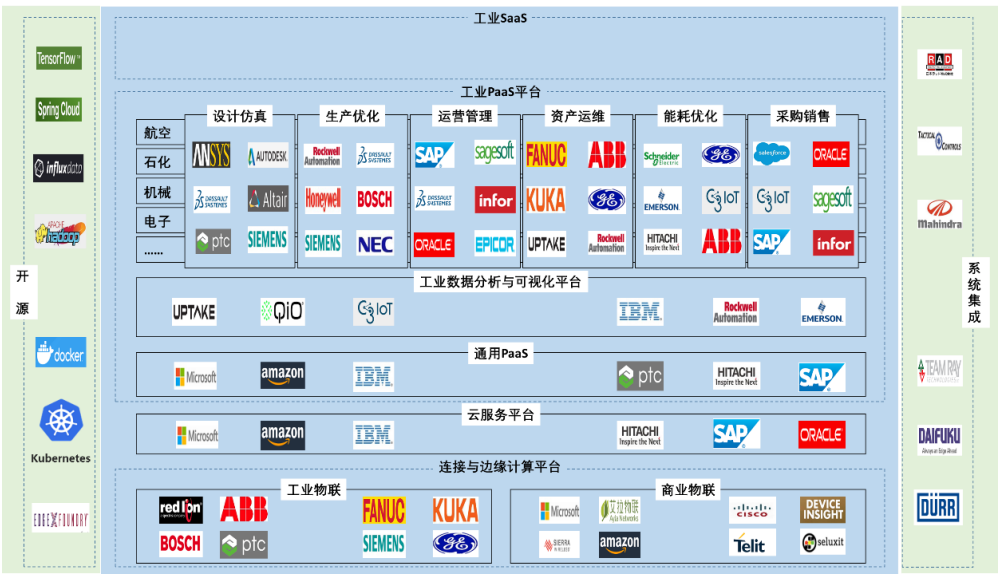


图 国外工业互联网平台体系

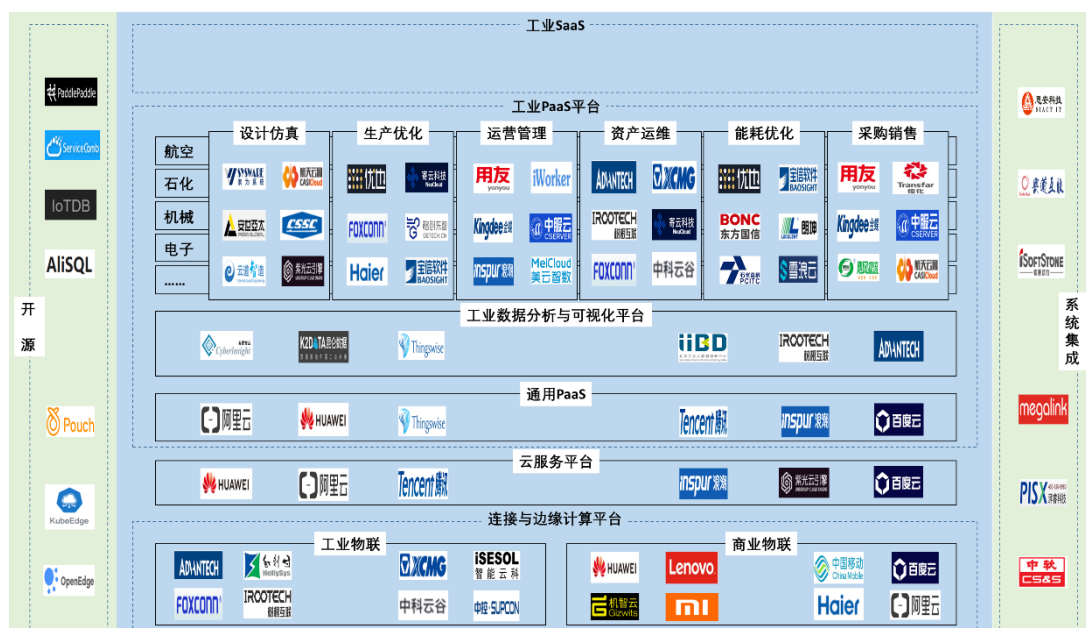


图 国内工业互联网平台体系

在新阶段的工业互联网平台产业体系中，五类平台主体占据核心位置：连接与边缘计算平台聚焦工业设备和系统的接入管理和边缘计算，为其他类型平台提供“流量入口”。云服务平台多由传统云计算服务平台延伸而来，以公有云、私有云、混合云形式提供存储、计算和网络服务。通用 PaaS 平台集成微服务、容器等基础框架和软件开发工具，在云端环境中实现 IT 资源分配、应用调度和开发部署管理。工业数据分析与可视化平台提供海量工业数据分析、发展趋势预测及可视化呈现功能，提升工业数据价值洞察力。业务 PaaS 平台则以设计仿真、生产优化、管理运营等领域经验知识为背景，提供各类专业业务组件及预置解决方案模板，支撑快速构建面向特定工业场景的定制化工业 APP。

在产业链上游，边缘计算、人工智能、微服务、容器等开源技术成为平台构建的关键支撑。在产业链下游，系统集成商打通

平台解决方案在用户现场部署的“最后一公里”。

整个平台产业呈现出由中间高度集聚向两端逐步碎片化的市场格局特点。中间的云服务、通用 PaaS 两类技术型平台市场将被少数几个 IT 巨头把持，上下两端的连接与边缘计算、数据分析与可视化、业务 PaaS 平台将在特定专业领域内形成一定的聚集态势，面向用户的现场实施集成和工业 SaaS 服务市场则会因为场景和需求的不同出现深度细分。

1.连接与边缘计算平台逐步由分散走向相对集聚

工业互联网平台需要实现工厂内外各类生产要素的泛在连接以及靠近边缘的计算分析，既包括各类消费产品的远程接入与数据预处理，也涉及工业生产过程中的工业设备、系统的互联互通和实时分析控制。接入场景和需求的不同驱动连接与边缘计算平台划分为商业物联和工业物联两大阵营，并形成了相对集聚的市场发展特点。

专注 M2M 的通信技术企业重点布局商业物联平台，目前市场第一梯队已经基本形成。Ayla 物联平台通过蜂窝、Wi-Fi 和蓝牙等联网方式实现智能家居、消费电子等商业产品的接入和管理，目前全球客户中囊括了 15 个行业排名第一的企业；通信巨头华为和思科凭借 NB-IoT、LTE-M 等移动网络技术优势打造物联平台，被英国咨询机构 HIS Markit 评为领域发展布局的冠亚军。而具备自有设备整合或协议转换集成优势的装备及自动化企业是

工业物联平台的主要玩家，如西门子 MindConnect Nano 支持西门子 S7 系列产品通信协议及 OPC-UA，实现自家产品与 MindSphere 平台的无缝连接；自动化软件公司 Kepware 推出 KEPServerEX 连接平台，基于工业 PLC 的通信协议兼容转换，实现各类第三方工业设备的接入与管理。除此之外，还有众多企业以系统集成的方式为平台的部署实施提供定制化的工业连接解决方案。

当前，不断积累工业协议数量以提供通用化连接服务成为工业物联平台发展重要方式，红狮控制的数据采集平台目前支持 300 多种工业协议，可以接入不同类型品牌的 PLC、驱动器、控制器等产品；KEPServerEX 平台集成了 150 余种设备驱动或插件；此外，研华科技在其新推出的 WISE 平台中也已将长期积累的 150 多种工业协议转化成为对外连接服务能力。这些企业正积极将工业协议接入服务向更多平台企业提供，未来有望成为工业连接领域领导者，驱动工业物联平台市场走向集聚发展。

2. 云服务和通用 PaaS 平台将形成 IT 巨头主导的产业格局

由于需要高昂的资金投入和复杂的技术集成能力，云服务平台和通用 PaaS 平台成为 IT 巨头“势力范围”，呈现出高度集聚的特点。

一方面，云服务平台市场马太效应初现端倪，领军云计算厂商成为当前市场最大赢家。亚马逊 AWS 云和微软 Azure 云成为

国外 GE Predix、西门子 MindSphere、PTC ThingWorx 等主流平台首选合作伙伴，国内阿里云、腾讯云、华为云也受到越来越多的企业青睐。另一方面，绝大多数通用 PaaS 平台都是 IT 巨头主导建设。例如亚马逊 AWS 在其云服务平台基础上积极引入容器、无服务器计算等技术来构建高性能 PaaS 服务；SAP 推出 Cloud Platform 平台帮助企业集成新兴技术，实现应用快速开发部署。尽管出于满足自身应用需求和布局关键技术的考虑，个别工业巨头选择自建通用 PaaS 平台，例如 GE 和西门子都曾借助 CloudFoundry 开源框架构建通用 PaaS 平台，但对于大部分企业而言，独立建设通用 PaaS 平台既不经济也无必要。

总体来看，云服务平台和通用 PaaS 平台将被少数几个 IT 巨头整合成为通用底座平台，凭借技术和规模优势提供完整的“IaaS+通用 PaaS”技术服务能力。其他企业在通用底座平台上发挥各自优势打造专业服务平台，形成“1+N”的平台体系。如紫光云引擎提供紫光 UNIPower 平台，光电缆、光伏、日化等行业龙头企业则借助其底层技术支撑能力，结合自身业务经验优势打造各类行业专属平台。

3.工业数据分析与可视化平台向场景化分析服务转型

大数据、人工智能技术驱动的工业数据智能分析支撑工业互联网平台实现数据价值挖掘，打造工业数据分析与可视化平台是众多主体布局的切入点和关键点，与行业场景和业务需求深度结

合成为工业数据分析与可视化平台未来发展必然趋势。

不同主体布局过程中，呈现出“两大路径四种方式”：一是工业企业推动领域经验知识的数字化、软件化。一方面将原有数字模型与分析工具转化为平台服务，霍尼韦尔 Sentience 平台中集成工艺计算包以帮助用户实现石化工艺优化，东芝 Meister 分析平台基于工程积累的专业知识来分析制造过程中各类事件之间的复杂关联，中联重科依托工程机械设备故障行为模式的经验积累帮助客户及时进行故障预警并提出最优维护计划；另一方面在传统经验基础上引入先进智能分析技术，形成新的平台分析服务，罗克韦尔 FactoryTalk Analytics 平台可以利用自然语言和生产人员进行互动，帮助后者发现并解决设备难题；日立 Lumada Analytics 平台使用机器学习来发现设备数据中的故障模式，寄云 NeuSeer 平台引入大数据分析工具对特种玻璃生产中的实时数据和翘曲问题检测记录进行关联分析，快速定位关键参数工作范围。二是 IT 企业在大数据、人工智能技术上叠加工业知识。在实现方式上，IT 巨头多立足自身基础技术平台提供通用化算法和工具，微软 Azure 平台提供从云端到边缘的丰富 AI 工具组合，丰田物料搬运欧洲公司则利用其 AI 服务实现流程自动优化。技术创新企业面向客户需求提供一站式工业 AI 解决方案。C3 IoT 为美国国防部提供 C3 Predictive Maintenance 解决方案，基于人工智能分析平台实现 E-3 和 F-16 飞机预测维护。优也在 Thingswise 平台为流程行业开发 EEwise 智慧能效系统，实现基于数据的动

态跨工序动态寻优，帮助某 300 万吨级钢铁企业每年降低 11.4% 能源成本。

长远来看，伴随着技术成熟普及，通用化数据分析工具将向底层通用 PaaS 平台下沉，与工业场景深度结合的数据分析与可视化平台逐步向业务 PaaS 平台和工业 SaaS 演化。

4.业务 PaaS 平台将形成整体百花齐放、特定专业领域相对集聚的发展局面

作为支撑前端灵活构建各类工业应用和解决方案的后台中枢，业务 PaaS 平台需要深厚的专业知识和领域经验积累沉淀，不同领域龙头企业依托传统业务优势布局业务 PaaS 平台，加快积累深度融入领域知识的业务组件成为赢取市场竞争的核心。

专业服务能力 and 行业经验积累共同支撑业务 PaaS 平台构建。一是对设计、生产、管理、运维等领域服务能力改造升级形成开放 PaaS 服务。如工业软件厂商 PTC、达索、索为、用友等将设计仿真、运营管理、采购销售领域软件转化成平台中独立的服务模块，快速满足用户个性化应用软件定制需求；GE、西门子、ABB、日立、三一、徐工、擎天科技等自动化、装备和制造企业则凭借生产优化、资产运维、能耗优化等方面的优势，在平台里提供专业化的预置解决方案。二是将特定行业经验知识以数字化模型或专业化软件工具形式积累沉淀到平台中。如数控机床行业龙头企业德玛吉森将其长期积累的参数优化、故障运维、产线管

理经验转化成 ADAMOS 平台中的开放式 API，赋能给其他装备制造制造商和客户。海尔基于自身大规模定制成功经验在 COSMOPlat 平台打造交互定制、精准营销、模块采购、智能生产、智慧服务等解决方案套件，快速赋能其他行业用户。富士康工业互联网平台 BEACON 通过长期对不同领域、不同行业的服务经验进行总结，通过提供相应工业机理模组帮助用户快速匹配供应商并指导产线高质量生产。

工业场景的复杂性和客户需求的多样性带来平台解决方案的定制化需求，借鉴消费互联网平台经验，构建工业业务中台成为平台企业更深层次满足个性化业务需求、更广泛拓展平台应用的必然选择，通过在业务 PaaS 平台中积累成熟可复用的服务模块，借助客户、合作伙伴和第三方开发者力量开展工业 APP 创新，快速响应客户需求。

（二）传统主体与新兴力量积极开展工业互联网平台布局

1. 巨头通过打造一体化平台服务构建综合性竞争优势

西门子、达索已经具备涵盖设计仿真、工艺设计、生产管控、资产运维、经营管理等全流程的数字化解决方案提供能力，在其工业互联网平台建设过程中，正探索将这些能力向平台迁移，并通过各类业务的有效衔接和快速集成，构筑可实现低成本、敏捷交付的一体化服务能力。如达索在其 3DEXPERIENCE 平台的建设规划中，计划将其现有的 CATIA、SOLIDWORKS 等设计与制

造辅助软件、DELMIA、SIMULIA 等仿真验证软件、ENOVIA 产品全生命周期管理软件、Apriso 生产管理软件、IQMS 运营管理软件、EXALEAD 大数据分析等工具全面向平台迁移，从而构建起从产品研发设计、生产运营管理、工厂规划运维到商业智能决策的全套智能化解决方案。与达索类似，西门子也具备包含 CAD、CAE、CAPP、CAM、PLM、MES、事件仿真和大数据分析的全套数字化解决方案能力。而且，西门子在工业自动化领域处于全球绝对领先地位，在现场数据采集与接入方面具有天然优势。未来随着 MindSphere 平台建设完善，西门子很有可能打造出更加全面的平台解决方案。

PTC 在平台构建中，积极通过股权投资等方式与其他龙头实现更深层次的合作，从而弥补自身在生产和运营方面的短板，力图共同构建覆盖多领域的平台服务。例如 PTC 和罗克韦尔通过 10 亿美元的股权投资形成战略合作，未来将依托 PTC 的 Thingworx 平台，构建起涵盖数字化设计（Creo）、产品全生命周期管理（Windchill）、生产管理（FactoryTalk）、现场数据采集（Kepware、Axeda）、大数据分析（Coldlight、FactoryTalk Analytics）与增强现实交互（Vuforia）的综合解决方案。PTC 还积极与 ANSYS 合作，探索将其仿真工具部署至 ThingWorx 平台，进一步丰富平台的服务能力。

虽然当前上述巨头的一体化布局进程尚未最终完成，但这种平台发展策略将消解平台应用的集成成本和业务流程规划成本，

形成强大的综合性竞争优势。未来，较低的交付成本还使其有能力从行业头部客户向中低端市场延伸，进一步扩大市场规模。

2.工业企业借助平台保护原有业务领域的核心竞争优势

装备制造企业立足产品优势，叠加以数据分析为核心的服务能力，进一步巩固市场优势地位。例如安川电机的 MMcloud 平台，能够实现机器人、机床等设备数据的深层次采集，并且依托平台的智能分析帮助客户减少核心设备的停机时间。库卡推出 KUKAConnect 平台，主要为机器人添加状态监控、设备维护提醒、实时故障诊断等服务。亚威机床推出智云工业互联网平台，主要为机床添加状态监控、设备维护提醒、实时故障诊断等服务。部分领先的装备制造企业以这一方式重构自身的业务体系，实现向数字化服务企业的转型。例如 GE 将软件与数据分析作为企业的战略核心，基于 Predix 平台整合 Proficy、APM、OPM、iFIX、Historian 等软件服务，并以此为各个业务部门的数字化转型提供驱动力量。

工业软件企业将传统软件能力转化为平台 PaaS 及 SaaS 服务，以低成本、灵活交付优势吸引更多用户。同时，借助平台提升数据采集及分析能力，创造更高价值。一方面，用友、金蝶、Ansys、Infor 等软件厂商已将其核心软件产品向云端迁移，其中 Ansys 推出云仿真解决方案，infor 将 ERP 进行云化，并叠加了人工智能分析功能，用友、金蝶等软件厂商已将 ERP 及其他部

分软件业务云化，四家家企业均意图用订阅模式来降低自身的服务成本和用户的应用成本，吸引众多中小企业客户使用软件服务。另一方面，Altair 在对其 CAD、CAE、PDM 云化的基础上，推出具备设备连接和数据处理分析功能的 Altair SmartCore 平台，并能够与其他的设计产品集成，从而提升服务水平。Autodesk 借助 Fusion Connect 平台驱动‘闭环设计’，利用传感器数据支撑其提供更好的 CAD、PLM 服务。

解决方案厂商构建平台简化数据连接，并深化数据分析能力，提升解决方案技术水平和服务能力。例如霍尼韦尔整合自身的应用开发、实时数据库、数据采集等能力形成 Sentience 平台，并依托平台数据分析能力形成资产运维、能耗优化、产线监测、工艺优化等解决方案，能够快速的用户提供服务。日立推出 Lumada 平台，平台集成了大数据处理和人工智能分析等多种工具，基于平台数据分析能力推出设备运维、质量检测、产线优化等多种解决方案。东芝推出 SPINEX 平台，涵盖了边缘计算、数字双胞胎、AI 分析等多种功能，并在能源、制造业等多个领域推出解决方案。

3.初创企业依托前沿技术或市场空挡构建差异化竞争优势

由大型集团企业分离孵化出的创新企业在解决集团业务需求过程中不断强化平台能力，成为集团向新兴领域扩张的急先锋。例如富士康科技集团成立富士康工业互联网公司，起初主要是解

决集团内部的设备运维、生产优化等问题，随着服务能力的不断提高，平台逐步向外部提供服务。中联重科成立的工业互联网高科技公司中科云谷构建平台产品，首先解决集团内部工程机械状态监测及其他信息化业务，并随着平台技术能力和服务经验的不断沉淀，逐渐向其他领域延伸。TCL 成立格创东智公司提供基于平台的工业互联网解决方案，当前重点面向液晶面板制造行业提供自动缺陷识别分类服务。

具备大数据、人工智能等前沿技术优势的初创企业助力工业企业提升数据分析能力，并在此过程中不断积累工业领域知识。例如 Uptake 凭借人工智能优势为卡特彼勒、中美能源公司等工业巨头提供设备预测性维护服务，并在此过程中不断强化工业知识模型的沉淀，其还通过收购 APT 公司，进一步掌握丰富的设备故障数据和模型。C3 IoT 在市场服务过程中，不断充实自身工业知识积累，实现业务领域由设备运维、传感器健康向库存与供应链管理优化等领域的延伸。此外，Sight machine 在平台中不断沉淀产品质量控制、产线流程管理等知识，实现业务扩展。

聚焦模式创新的初创企业牢牢抓住局部市场痛点问题，依托平台提供针对性、低成本的解决方案，在利基市场形成掌控力。例如苏州天智聚焦电子装配、机械加工等行业中小企业的生产管控需求，推出云平台产品，能够为用户提供能够生产排产管理、制造执行系统、采购管理、物流管理、仓库管理等多种 SaaS 服务，用户可用每年五万元的订阅服务就能实现生产过程的高效管

理。黑湖科技围绕中小企业的智能化改造需求，为用户提通过提供智能排期、质量管理、物料管理、生产管理等 SaaS 服务，并且能够在 4-6 周内就可将服务部署到工厂内部。此外，生意帮、天正等企业分别瞄准中小微企业订单难、贷款难等问题提供平台服务，取得很好效果。

（三）多类生态建设共同促进工业互联网平台繁荣发展

1.能力互补合作成为平台企业共同选择

构建“大而全”平台需要长周期技术积累，当前阶段只有少数企业具备独立构建实力，通过能力互补合作，平台企业能够快速为客户交付较为成熟的平台解决方案，实现市场竞争力的快速提升。当前已初步形成三种合作模式：

一是各类平台和连接平台合作，增强数据采集范围和能力。连接平台成为各类平台获取数据不可或缺的使能工具。其中，业务平台和连接平台合作支持各类解决方案在生产现场落地部署。例如 salesforce 和 Cisco Jasper 合作实现卡车数据采集，Salesforce 平台可以实时掌握卡车运行状态，提高供应链管理功能模块服务水平；云服务平台和连接平台合作，打造数据采集、存储、计算于一体的通用使能工具。例如 Telit 物联网套件补足 Microsoft 云服务平台连接能力，提高云平台面向多场景连接的通用性；数据分析平台和连接平台合作，提升数据采集能力，支撑数据价值挖掘和应用。例如 Empolis 数据分析平台和 Device Insight 连接平

台 CENTERSIGHT 合作，CENTERSIGHT 成为 Empolis 获取分析数据的传输通道。

二是业务平台和 IT 属性平台合作，增强数据管理与分析能力。一方面，业务平台获取云服务平台资源和技术支持。例如 ABB Ability 和微软 Azure 合作，借助 Azure 云和大数据技术实现设备运维数据的云端存储、集中管理和快速处理；华龙迅达和腾讯合作，借助腾讯云计算和大数据技术实现业务数据的云端存储管理和快速处理。另一方面，业务平台叠加数据分析平台，充分挖掘业务数据潜在价值。例如 ABB Ability 利用 IBM Watson 的人工智能功能，帮助 ABB 对实时捕获生产图像进行分析并发现质检缺陷；富士康利用天泽智云平台的工业数据分析能力，实现自身机床刀具寿命的预测性维护。

三是业务平台间合作实现业务功能丰富和业务范围扩展。例如，在研发设计业务方面，PTC 和 ANSYS 合作实现基于平台的设计仿真集成服务，提升市场竞争力；在生产运维业务方面，罗克韦尔和发那科合作，将生产优化平台 Factorytalk 与设备运维平台 FIELD System 对接，实现生产管理与设备管理的协同优化，提升现场生产管控水平；在运营管理和生产现场结合方面，富士通和 Oracle 合作，实现企业管理数据和工厂生产数据的有效集成和应用，为客户提供生产制造系统、ERP、CRM 等一体化打包解决方案。

围绕上述三种合作模式，国外不同类型平台能力实现充分互

补，合作程度也十分深入。相比较而言，国内平台合作的深度和广度都还有待提升，需要从当前主要的业务平台与 IT 属性平台合作模式进一步向其他模式拓展。

2.应用创新生态是支撑平台价值持续创新的关键

工业应用场景种类繁多，平台很难依靠自身能力为各类场景用户提供高质量服务。构建良好应用创新生态并丰富平台应用显得愈发重要。聚集各类主体共同开发细分领域应用成为平台构建应用创新生态的主要方式，主体包括三类，分别是垂直行业客户、专业技术服务商和第三方开发者。

一是平台联合垂直行业客户共同打造满足特定场景需求的工业应用。例如日立 Lumada 平台与日本化学巨头 Daicel 合作开发气囊生产检测系统，通过检测设备故障迹象和工作人员生产操作动作的偏差改进产品质量；德国汉堡港务局依托 SAP Networked Logistics Hub 开发面向港口的供应链管理应用 smartPORT，提高货物装卸效率和港口吞吐量。

二是平台吸引专业技术服务商将成熟解决方案迁移平台，快速积累各类专业应用。例如 Software AG 主导成立的 ADAMOS 机械工程和信息技术战略联盟，已经吸引 DMG MORI、Dürr、ZEISS 等合作伙伴分别将机床管理应用 CELOS、设备预测性维护应用 EcoScreen、远程监控应用 METROTOM 共享到 ADAMOS APP FACTORY。为了吸引更多合作伙伴共享行业技术知识，

Software AG 允许每个合作伙伴独立销售 ADAMOS 系列产品。

三是平台通过打造开发者社区吸引第三方开发者入驻，广泛开展工业 APP 应用创新。例如 PTC 开发者社区目前已吸引 25000 名开发者入驻平台，构建了 600 多个应用。PTC 为吸纳第三方开发者，一是为开发者提供全面的技术资源支持，包含 PTC 大学、询问社区、资源中心等模块。二是帮助开发者推广和销售应用，开发者的应用经 PTC 认证上线后可在 marketplace 应用商店标价销售。同样，GE、博世等企业也积极打造开发者社区，入驻社区的开发者数量都超过了 4 万人；而国内富士康、海尔等企业汇聚的开发者数量也都达到 5000 人左右。

3.联合交付生态支撑平台解决用户复杂现场落地问题

工业应用场景种类繁多且现场信息化水平参差不齐，平台很难凭借通用化服务解决用户所有问题。良好的交付生态能够解决通用化平台解决方案和个性化应用场景的落地适配问题。其中，渠道商、物联系统集成商、IT 技术服务商是平台交付生态重要组成部分。

一是平台借助渠道商销售 SaaS 化服务。各类 SaaS 化软件服务仍然依托传统渠道商推广，吸引客户登陆平台获取订阅服务。例如 SAP 借助 Accenture 、 AtlantConsult 等经销商的销售渠道，将 ERP 以 SaaS 化形式交付用户，相比于传统本地部署能够为用户节省 IT 运维费用。

二是平台借助物联系统集成商实现应用在生产现场部署与集成。例如罗克韦尔认证的系统集成商 McRae Integration 帮助加拿大精酿啤酒酿造商 Sleeman 获取实时生产数据，并基于 Factorytalk 平台的 PlantPAx 功能模块进行酿造质量分析，在两周内帮助 Sleeman 实现产能提升 50%。海尔联合物联系统集成商云中控来获取青岛纺织机械股份有限公司设备运行数据，并基于 COSMOPlat 边缘管理平台进行设备运行状态分析，实现设备巡检保养、故障维护，设备宕机时长从每次三天缩短为一天。

三是面对高度个性化的应用需求，平台主体、物联系统集成商、IT 技术服务商三方共同完成交付。例如研华联合浙江晶创公司、晶盛机电公司共同为舜宇企业交付设备联网项目，其中晶盛公司负责将设备数据接入研华平台，晶创公司负责基于平台为用户进行二次开发，三方通过紧密合作为用户提供了量身定制的解决方案。

平台企业采取多种创新手段培育交付生态。例如研华设立资金池为交付合作伙伴提供市场拓展资金支持，若合作伙伴交付项目受到青睐，研华会对合作伙伴进行股权投资；西门子会评估合作伙伴的项目交付绩效，并根据绩效水平给予相应的分成回报。

（四）开源加快工业互联网平台基础技术创新步伐

1.三类开源项目支撑平台基础技术创新

开源是工业互联网平台基础技术创新的重要支撑。开源项目

帮助平台企业打破技术壁垒，实现先进技术的有效应用。当前主要涉及三类开源项目：

一是 PaaS 及应用开发类开源项目支撑平台基础架构构建。

例如在 PaaS 构建方面，Cloud Foundry 和 Openshift 提供快速部署应用基础框架，Kubernetes 支撑云平台管理多个主机上容器化应用，Docker 支持平台应用轻量级虚拟化和快速部署；在应用开发方面，平台厂商可基于 Spring cloud 开源项目简化应用初始搭建以及开发过程，基于 Service Mesh 框架下的开源项目 istio、linkerd 可支持微服务治理。

二是大数据处理和分析类开源项目支撑平台数据高效应用。

在数据管理和处理方面，Hadoop 提供高性能运算和存储的数据系统，Spark、Flink 具备良好的流计算性能，IoTDB、InfluxDB 支持时间序列数据有效存储与处理。在数据分析方面，Spark MLlib 拥有良好迭代计算性能，加快模型训练速度；Tensorflow 可实现各类机器学习算法快速编程。

三是连接类开源项目支撑平台数据采集和边缘计算，例如 EdgeX Foundry 开源项目支撑平台构建边缘软件架构，实现与设备、传感器、执行器交互；百度开源 OpenEdge 边缘计算框架，提供临时离线、低延时的计算服务和边云协同功能。

2.多类平台产业主体积极布局开源项目

随着工业互联网平台的兴起与发展，各方平台产业主体意识

到开源对平台技术发展的重要性，积极筹划构建开源项目。当前平台开源产业主体主要包含三类：

一是现有开源社区开始设立更多与平台技术相关的开源项目，如 GitHub 开源托管平台设立了 IOT 平台开源项目 DeviceHive，该开源项目不仅仅是开源平台某项技术，而是几乎开源了整体 IOT 平台，包括平台部署和集成、数据接入和分析等；Eclipse 基金会开源 Eclipse Kura、Eclipse Paho、Eclipse OM2M 等多个平台边缘层项目。

二是平台企业探索将部分平台技术开源，旨在加速技术更迭并推动自身技术在平台产业的影响力。例如华为开源了业界首个基于 Kubernetes 容器应用的边缘计算开源项目 KubeEdge；微软开源平台边缘层技术 Azure IoT Edge。

三是平台产业相关联盟和组织积极推动平台技术开源。例如工业互联网产业联盟（AII）设立开源特设组并启动开源工作顶层设计，目前主要发力标识解析、边缘计算、COSMOPlat 平台三个开源项目，并积极与 EdgeX 开展技术对接交流，共同商讨有关平台边缘层开源的合作事宜。边缘计算产业联盟（ECC）成员积极参与 Akraino 开源，并发起了企业级 IoT Blueprint 开源项目。

五、工业互联网平台的商业模式初探

（一）平台发展初步形成六类商业模式

电子商务、广告竞价、应用分成、金融服务、专业服务、功能订阅等互联网平台经济模式大部分在工业互联网平台中也会出现。但互联网平台主要面向消费者提供通用化服务，以通用规模优势获取商业收益。工业互联网平台由于工业体系的专业性与复杂性，目前商业模式仍然侧重传统工业方式和企业用户（to B），更加强调面向特定场景的个性化服务，其商业价值主要集中在个性化实施，但最终将向通用化能力延伸。因此，不同于消费互联网以电子商务、广告竞价、应用分成等为主流模式，工业互联网平台现阶段将以专业服务、功能订阅为最主要商业模式。

专业服务是当前平台企业的最主要盈利手段，基于平台的系统集成是最主要服务方式。绝大部分与设备管理、能耗优化、质量提升相关的大数据分析平台都以这种方式提供服务。如寄云科技主要面向电力、石化、高端装备等行业，依托其平台的大数据分析处理能力，结合客户需求场景，进行定制化解决方案开发与现场部署。即便是企业运营等管理软件服务平台也需要依赖这种方式进行落地部署。如用友利用精智平台的数据集成能力，为厦门侨兴提供定制化解决方案，全面打通已有的 ERP、PDM 和 MES 系统。此外咨询服务也正在成为平台专

业服务的重要方式，部分企业依托其平台所集聚的数据，为客户提供分析服务，以指导业务拓展，如 Salesforce 为用户提供一对一的数据增值等技术咨询服务，拓宽盈利空间。

功能订阅是现阶段平台盈利的重要补充，有可能成为未来平台商业模式的核心。一方面，IT 资源及工业软件服务已普遍采用订阅服务方式。一是云资源订阅，亚马逊、微软、阿里、腾讯、华为都提供了较为成熟的 IaaS 资源租用服务。二是功能组件订阅，如 GE 提供超过 50 种微服务工具集，以订阅形式向用户收费。百度为工业设备提供位置定位 API，根据使用量收费。三是工业 SaaS 订阅，如 PTC 应用商店中基于 ThingWorx 的工业 SaaS 数量超过 40 个，均以订阅方式提供；ANSYS 提供仿真软件的云端订阅服务，用户可选择在 ANSYS 企业云或其合作伙伴的云平台上进行订阅；SAP、甲骨文等提供了基于自家平台的云化 ERP 订阅服务；西门子 Manage MyMachines 等应用软件以订阅模式进行收费。另一方面，围绕资产运维、能耗优化领域的托管服务正在成为工业领域新的订阅方式。如天远科技为工程机械厂商提供资产托管服务，基于远程监控诊断保障设备资产安全，托管运营设备超过 25 万台；极熵物联为中小企业提供空压机等设备的运营托管服务，目前平台上管理设备超过 600 台，节能减排提升 30% 以上。

交易模式中，工业产品交易相对成熟，制造能力交易与工业知识交易仍在探索。在工业产品交易方面，部分工业互联网

平台依托其对产业链资源的集聚，提供工业产品交易服务。如积微物联基于 CIII 平台对订单需求、库存、物流数据进行整合与分析，提供钢铁、钒钛等产品的在线交易服务，钢铁年交易额超过 700 亿元。在制造能力交易和工业知识交易方面，智能云科利用 iSESOL 平台对装备工况、地理位置等数据进行分析，面向机械加工领域企业提供订单匹配与交易服务，探索制造能力交易模式。航天云网利用 INDICS 平台积累产品设计图、标准件模型等资源，供企业用户使用。但是，由于现阶段知识产权与数据共享问题、制造系统的互联互通与管理问题尚未完全解决，导致制造能力与工业知识的交易模式仍在探索。

金融服务模式显现巨大的价值潜力，是平台企业探索商业模式的新热点。推动产融结合是增强金融服务实体功能重要措施。工业企业及金融机构均可基于平台开展产融结合。目前从三条路径实现产融结合：**一是数据+保险模式。**如平安银行基于平台获取和集成工业排污企业的生产、经营、排污、信用等数据，利用 AI 与大数据技术进行环境监管风险分析，实现环责险有效投放。**二是数据+信贷模式。**如海尔金控利用 COSMOPlat 平台将单个企业的不可控风险转变为供应链企业整体的可控风险，为中小企业提供融资借贷、供应链金融服务。**三是数据+租赁模式。**徐工基于汉云平台的大量设备管理能力，探索经营租赁模式，融资租赁率超过 80%。中科云谷基于平台对设备租赁进行全过程管理，实现租赁回款管理等功能。

基于应用商店的分成模式刚刚起步。部分领先的工业互联网平台已经开始探索构建应用开发者商店，如 PTC 构建应用市场，提供超过 200 个软件工具；西门子 MindSphere 应用商店提供超过 20 项的应用服务。虽然上述平台为培育应用生态，目前还未对应开发者进行分成，但未来随着市场的成熟，这也可能成为平台一种新的盈利方式。

此外，直接将平台作为一种软件产品进行销售，也是部分企业的盈利手段之一。PTC 依托其代理商渠道将 ThingWorx 平台作为一种软件工具直接销售，供其他企业进行二次开发，搭建自家平台或开展企业内数据的采集与集成工作。如 IT 服务商 NSW 对 ThingWorx 平台进行二次开发，以其为“底座”构建自家平台 Toami；Woodward 利用 ThingWorx 平台开发了自家制造信息系统，将工厂内自动化设备、ERP、PLM、MOM 系统进行了全面集成。

（二）不同类型平台商业模式各有侧重

连接与边缘计算平台现阶段主要提供高价值专业服务，未来将逐步探索订阅模式。例如，部分平台按模块收费，Kepware 基于 KEPServerEX 连接平台提供捆绑式的订阅许可，包括软件解决方案、支持与维护协议，按照 Kepware 软件解决方案的价值和所需模块收费。再如，另有一部分平台按流量收费，Telit 基于平台与全球多个移动运营商/虚拟移动运营商合作，通过

Telit 的物联网 SIM 卡和运营商网络资费套餐按使用数据流量收费。

云服务平台和通用 PaaS 平台以订阅模式为主，由资源订阅逐步扩展至功能订阅。目前，IaaS 资源订阅已较为普遍，其下一步发展关键在于如何丰富平台的功能组件，并提供订阅服务。比如，微软 Azure 平台为大数据分析和机器学习等 100 余种功能组件开展订阅服务，订阅的功能组件按小时或者包月进行收费。再如，华为云提供存储、云服务器、大数据分析、深度学习等服务，以按量付费、包年包月、按运行时间等多种方式获得收益。

业务 PaaS 平台目前是通过专业服务获利，未来主要开展订阅模式和专业服务，同时兼具交易、金融和分成等多样化盈利模式。业务平台现阶段以定制化交付为主，业务范围受限，其未来业务和商业扩张要求其将业务组件下沉至平台，形成相对通用、可复制的平台服务能力，再通过工业 APP 开发商和系统集成商形成平台服务向更广范围的扩展。在这一过程中，业务平台将集聚大量工业数据与制造资源，从而有能力基于这些数据和资源的整合创造新的价值空间。例如，树根互联基于根云平台打造硬件接入、大数据分析、金融等服务能力，从专业服务、订阅模式、金融服务等多个方向探索盈利模式。树根互联与久隆保险合作，基于设备物联数据与保险理赔报案情况，依托业务场景实际异常判断规则进行风险分析，久隆保险大约每

月可以减少约 300 万的保险理赔损失。产融结合方面，通过投资华三行建工物联公司，基于区块链的融资租赁业务平台开展工程机械融资租赁业务，数月获得近 2 亿元的租赁收入。再如，中服工业互联网平台目前汇集应用提供商 50 多家，根据市场前景和成熟度签订不同的分成比例共享收益，还有近 500 套工业云套餐以订阅模式获利，目前年营业收入近 2000 万元。

（三）构建通用服务能力和做深专业解决方案成为平台商业价值演进的两条路径

一方面，聚焦通用服务能力构建的平台价值路径受到资本市场青睐，成为平台商业增值的关键。通用、可复制的工具和服务带来平台实施成本的大幅降低，基于大量工业数据、工业知识、机理模型等资源的沉淀，通过工业 APP 开发商和服务商形成部分定制化的平台服务，可实现更广范围、更大规模的扩展，从而催生订阅、交易、分成等多种模式，受到了资本市场较高的关注。如 Salesforce 和 PTC 市盈率分别高达 159 和 172，达索股价近五年不断增长，市盈率达到 58。在该类路径中，平台未来将呈现“80%通用工具服务+20%个性化系统集成开发”的能力构成，并从软件工具转向互联网属性，塑造开放协同的平台经济。以国内某平台为例，其建设之初仅有部分底层开源工具，90%的盈利依靠团队人员现场实施。经过近两年的发展，其平台上二次开发的通

用工具和服务在产品中比例已经达到 40% 以上，需通过个性化系统集成实施的项目不足 50%。

另一方面，以提供传统工业解决方案为主的平台商业模式为企业带来较好的资金流，是支撑平台生存和运营的另一类价值路径。虽然该类路径实施成本较高、不一定带来高利润率，但做优专业服务模式能够较为直接地将工业价值变现，保证良性的资金流，仍是部分企业发掘平台价值的重要选择。当前以售卖解决方案、提供专业服务为主的企业如 ABB，虽然市盈率为 18.5，但自由现金流充沛，近几年均维持在 30 亿美元左右；再如罗克韦尔市盈率 33.6，但 2018 年自由现金流达到 11.7 亿美元，优于预期目标。由于工业体系的复杂性，未来以传统工业解决方案为核心和以通用服务能力为核心的平台价值路径将共同存在。

六、工业互联网平台的未来展望

（一）平台创新与竞争的大幕刚刚拉开，未来将有更多主体进入这一领域，但只有少数能最终构建起自己的“平台经济”

随着工业互联网平台加速从概念验证走向应用落地，围绕平台的创新与竞争将更加活跃。一方面，随着工业应用场景的日渐丰富，各类企业将从实际需求出发，在不断的“尝试-反馈-改进”迭代中推动平台基础技术和商业模式的持续创新；另一方面，日渐成熟的平台市场将带来更多价值回报，吸引更多的工业企业、互联网企业、金融机构、专业服务商

以及独立开发者投身平台领域，促进整个平台产业在良性竞争中实现繁荣发展。然而，平台经济的集聚效应和边际效应也决定了最终只有少数企业能够成为主导。一旦个别工业互联网平台形成规模优势后，海量的数据、应用、合作伙伴资源和逐渐摊薄的建设推广成本将对同领域内的竞争平台形成降维打击，甚至是将竞争者转化成其生态的参与者。

（二）伴随平台成熟与应用深化，业务中台与数据中台将可能成为平台建设的关键与核心能力

经过多年发展，平台核心关键技术加速成熟，大企业聚焦具体场景、围绕特定需求、定制化的开发一套完整的平台方案已经不存在无法克服的技术壁垒，但如何低成本、快速、灵活的向中小企业提供通用化平台应用服务，依然是平台技术体系中的核心难题。消费互联网中快速兴起的“中台”概念为上述问题提供了新颖解决思路，其在平台架构基础上，将数据分析能力和应用开发能力进一步分层和解耦，沉淀公共模型、工具和能力，为跨领域跨行业应用封装和开发提供更体系化的支持，快速、灵活的满足工业应用需求。例如，阿里巴巴打造业务和数字双中台，业务中台由一系列成熟服务组成，支撑功能抽象和重新组合，数据中台由建模工具、算子等分析工具等组成，支撑低门槛数据分析工程。未来中台概念进一步向工业领域渗透，为低成本、通用化平台应用

构建基础。

（三）工业 APP 创新能力与应用交付能力将是平台价值实现的关键，具有工业积淀的企业短期优势更为明显

平台是工业数据分析和应用开发的载体，在具体场景中发挥实际作用的是平台承载的一系列工业 APP，平台价值不仅在于数据分析、应用开发等使能环境的构建，更在于能够为工业企业提供的具体 APP 数量的多寡。现阶段，工业 APP 聚焦具体工业需求进行方案化的开发和交付，主要依靠平台企业自身、传统工业软件企业、系统集成商投入开发，具有深厚工业软件开发经验和业务模型积累的企业将占据优势。未来，随着工业数据、机理、知识的沉淀，传统软件功能的进一步解耦，新型工业 APP 可以基于通用功能的组合集成快速交付，具有更好第三方开发者生态的平台将快速兴起。

（四）生态建设将成为下一阶段平台产业发展的主线

面对充满不确定性和复杂性的工业互联网平台产业，需要更多企业联合起来，通过紧密配合的集体行为构建生态系统，共同推进产业发展。一是生态机制日益完善，一部分企业有望通过股权投资方式强化平台业务能力的互补增强，形成更加牢固的生态合作关系；越来越多的平台企业也将综合运用资源共享、资金扶持、收益分成等方式促进合作伙伴的培育壮大。二是生态规模持续扩大，入驻平台的技术服务商、

系统集成商和第三方开发者数量得到显著提升，平台能够为更多用户提供更加丰富的工业 APP 应用和解决方案。三是生态边界逐步拓展，农业、金融、物流等一三产业主体将以平台为纽带与工业实现融通发展，探索形成更多新型合作模式。

（五）平台应用短期仍将以设备侧与工厂侧为主，长期看消费侧将逐渐发力，并最终实现汇聚打通

工业互联网平台以其全要素全产业链全价值链打通集成和分析优化能力，已带动设备侧、工厂侧、消费侧开展广泛智能化应用探索。而由于设备、产线、工厂等领域的自动化数字化基础较好，面向设备运维和生产效率提升的价值回馈较为显性，平台应用短期内仍将以设备侧与工厂侧为主。长期来看，随着工业互联网平台从需求预测到资源调度、从产品设计到产品服务、从生产优化到运营管理的各类场景中逐步深入应用，工业全流程、产业全链条将不断提升数字化水平并实现数据资源积累，面向产品、用户和协同企业的消费侧应用将逐渐发力，规模化定制、金融服务、制造能力交易等新兴模式未来将不断普及并成为主流。最终，各类应用实现集成互通，工业系统全要素、全流程、全生命周期系统性协同优化将成为现实。

（六）平台治理将成为政府与企业必须面对的重要问题，数据确权、数据流转与平台安全是关键

一方面，随着工业互联网平台的数量持续增加，服务对象规

模迅速扩大，平台相关主体的不同利益诉求必然可能存在失衡和碰撞，这些产业发展进程中的矛盾需要通过平台治理进行梳理。另一方面，工业互联网平台作为新生事物，正在改变制造领域的组织模式、生产模式和服务模式，丰富并拓展数字经济的边界，变革进程中的规制模糊、监管缺失等问题将会愈发明显，平台治理的重要性不言而喻。

在可以预见的未来，面对工业数据这一重要的战略资产，平台供需双方之间、平台与平台之间、平台相关的不同参与主体之间的数据交互将会不断增多和加深，数据确权、数据流转和平台安全将成为平台治理的关键环节。面向平台的数据交易、数据变现和数据增值等需求，开展相关标准和法律研究，加强政府引导监督和平台安全风险防控，构建统一的数据管理规则和应用评估机制，是建立健全工业互联网平台治理体系的重要途径。