

工业互联网平台白皮书

(2019)



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 5 月

声 明

本报告所载的材料和信息，包括但不限于文本、图片、数据、观点、建议，不构成法律建议，也不应替代律师意见。本报告所有材料或内容的知识产权归工业互联网产业联盟所有（注明是引自其他方的内容除外），并受法律保护。如需转载，需联系本联盟并获得授权许可。未经授权许可，任何人不得将报告的全部或部分内容以发布、转载、汇编、转让、出售等方式使用，不得将报告的全部或部分内容通过网络方式传播，不得在任何公开场合使用报告内相关描述及相关数据图表。违反上述声明者，本联盟将追究其相关法律责任。

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

工业互联网产业联盟

联系电话：010-62305887

邮箱：aia@caict.ac.cn

编写说明

过去一年多来，全球工业互联网平台市场持续保持活跃创新发展态势，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价值挖掘，还是中小企业应用平台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更高发展水平迈进。

然而，工业互联网平台也还有很多问题需要突破和解决，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，特别是要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，工业互联网产业联盟在工业和信息化部信息化和软件服务业司的指导下，编写和发布《工业互联网平台白皮书（2019）》，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。

白皮书主要分为六个部分。第一部分简要介绍了近期工业互联网平台的整体发展情况。第二部分探讨工业互联网平台的应用路径，剖析不同主体应用侧重点的异同，并总结其背后隐含的逻辑规律。第三部分剖析工业互联网平台技术最近进展，重点分析了边缘、模型、数据、平台架构四个方面的技术演进趋势。第四部分明确工业互联网平台产业体系的新变化，指出业务聚焦和分工合作的主要趋势，并对产业特点、企业布局和生态建设方式进行深入研究。第五部分着眼工业互联网平台商业模式探索，对六类商业模式进行介绍和分析。第六部分对工业互联网平台下一阶段发展的重要方向进行展望。

白皮书编写过程中也获得了众多专家的指导与帮助。特别感谢工信部信息化和软件服务业司谢少锋司长、李颖巡视员、冯伟副处长对白皮书的全面指导。上海优也信息科技有限公司首席技术战略官林诗万、走向智能研究院执行院长赵敏、e-works 数字化企业网总编黄培、航天云网数据研究院（江苏）有限公司总经理纪丰伟、富士康工业互联网股份有限公司首席平台技术官高子和、富士康工业互联网股份有限公司副总经理刘宗长、华为技术有限公司主任工程师高巍、清华大学大数据系统软件国家工程实验室总工王晨、树根互联技术有限公司总架构师韩玉春、北京寄云鼎城科技有限公司工业互联网平台事业部总经理王伟、北京工业大数据创新中心有限公司产品总监杨锐、工业 4.0 研究院院长

胡权、国务院发展研究中心研究员李广乾等专家为白皮书提出了许多建设性意见，中国科协智能制造学会联合体智能制造研究所副所长林雪萍、北京天拓四方科技有限公司副总经理谭小野全程参与了白皮书的编写工作，在此一并致谢。此外，白皮书编写过程中也得到了联盟成员及国内外众多平台企业的大力支持，不但结合自身实践经验提供大量素材，并对白皮书中观点的形成和完善提出了重要建议，在此对相关企业的密切配合表示感谢。



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

指导单位：工业和信息化部信息化和软件服务业司

组织单位：工业互联网产业联盟

编写单位（排名不分先后）：中国信息通信研究院、华为技术有限公司、航天云网科技发展有限责任公司、树根互联技术有限公司、富士康工业互联网股份有限公司、海尔数字科技(青岛)有限公司、北京寄云鼎城科技有限公司、北京工业大数据创新中心有限公司、上海优也信息科技有限公司、北京数码大方科技股份有限公司、浪潮集团有限公司、江苏徐工信息技术有限公司、阿里云计算有限公司、用友网络科技股份有限公司、北京东方国信科技股份有限公司、石化盈科信息技术有限责任公司、研华科技(中国)有限公司、紫光云引擎科技(苏州)有限公司、中化能源科技有限公司、上海宝信软件股份有限公司、中船工业互联网有限公司、中科云谷工业互联网公司、深圳美云智数科技有限公司、北京天拓四方科技有限公司、联想(深圳)电子有限公司、智能云科信息科技有限公司、北京索为系统技术股份有限公司、北京天泽智云科技有限公司、西安中服软件有限公司、平安智慧城市研究院、亨通集团有限公司、万帮新能源投资有限公司、南京擎天科技有限公司、江苏中天互联科技有限公司、九牧集团有限公司、无锡雪浪数制科技有限公司、深圳先知大数据有限公司、参数技术(上海)软件有限公司、微软(中国)有限公司、西门子(中国)有限公司、ABB(中国)有限公司、思科(中国)有限公司

序

当前，全球第四次工业革命孕育兴起与我国制造业转型升级形成历史性交汇，互联网、大数据、人工智能等新一代信息技术与工业制造技术深度融合，推动生产制造模式、产业组织方式、商业运行机制发生颠覆式创新，催生融合发展的新技术、新产品、新模式、新业态，为工业经济发展打造新动能、开辟新道路、拓展新边界。工业互联网作为新一代信息技术与制造业深度融合的产物，通过实现人、机、物的全面互联，构建起全要素、全产业链、全价值链全面连接的新型工业生产制造和服务体系，成为支撑第四次工业革命的基础设施，对未来工业发展产生全方位、深层次、革命性影响。加快发展工业互联网不仅是各国顺应产业发展大势，抢占产业未来制高点的战略选择，也是我国推动制造业质量变革、效率变革和动力变革，实现高质量发展的客观要求。

从国际来看，发达国家政府纷纷加快推进工业互联网建设，如美国在先进制造国家战略中，将工业互联网和工业互联网平台作为重点发展方向，德国工业 4.0 战略也将推进网络化制造作为核心。GE、西门子、达索、PTC 等国际巨头也纷纷布局工业互联网平台，并将其作为探索数字化转型、提升行业服务能力、构建长期发展竞争力的关键。总的来看，美国、欧洲和亚太是当前工业互联网平台发展的焦点地区，全球工业互联网平台市场持续呈现高速增长态势。

从国内来看，党中央国务院高度重视发展工业互联网，作出一系列战略部署。习近平总书记指出“要深入实施工业互联网创

新发展战略，系统推进工业互联网基础设施和数据资源管理体系建设”。国务院印发《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》，统筹布局网络、平台、安全三大功能体系建设。李克强总理连续两年在政府工作报告中提出“工业互联网平台”，强调“打造工业互联网平台，拓展‘智能+’，为制造业转型升级赋能”。2019 年“两会”期间，“工业互联网”成为“两会”代表委员的热议话题。

工业互联网创新发展战略实施近两年来，在地方政府和产业界的共同努力下，我国工业互联网发展正从概念框架走向落地实践，从局部试点走向全面普及，从基础互联走向深度优化，在网络、平台、安全、标识解析等方面形成一系列突破，逐步建立起与我国经济发展相适应的工业互联网生态体系。特别是在平台方向，目前已形成了工业互联网平台蓬勃发展的良好局面，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 50 多家，平均工业设备连接数近 60 万台/套，沉淀了行业知识并孵化出一批新型工业 APP，实实在在解决了工业企业转型的痛点问题，形成了一批具有亮点的创新解决方案和应用模式，成为促进工业数字化转型、实现高质量发展的重要驱动。

但我们也要看到，工业互联网平台的建设及推广是一项长期而艰巨的系统性工程，工业互联网平台总体仍处于高研发投入、长周期回报的产业培育期，平台应用深度和广度不足、平台标准体系不完善、数据资源管理体系和安全保护机制不健全等问题依

然突出，制造企业对于工业互联网平台的认识亟需进一步提升和统一。为进一步推动工业互联网平台建设及推广，提升平台为制造业转型升级的赋能作用，下一步，我们要坚持市场主导、政府引导，坚持问题导向、应用牵引，抓好宣传动员、创新工程、试点示范，支持建设工业互联网平台公共服务体系，深化产学研用协同合作，积极推动国际交流合作，打造开放共赢、融合创新的工业互联网平台生态体系。

《工业互联网平台白皮书（2019）》是工业互联网产业联盟发布的第二本工业互联网平台系统性专题研究报告，对工业互联网平台整体态势、应用路径、技术进展、产业生态、商业模式进行了全面的论述，观点清晰、案例翔实，在凝聚产业共识、引领企业创新、加速应用推广等方面具有重要意义，对于政府和产业界推动工业互联网平台发展提供了有益的参考。希望读者能够从书中汲取经验、不断探索，共同推动工业互联网平台创新发展，共同创造工业互联网平台赋能价值！

是为序。

目 录

一、 工业互联网平台的整体态势.....	1
(一) 全球工业互联网平台保持活跃创新态势.....	1
(二) 我国工业互联网平台呈现蓬勃发展良好局面.....	1
(三) 工业互联网平台整体仍处于发展初期.....	2
二、 工业互联网平台的应用路径.....	3
(一) 平台应用场景逐步聚焦，国内外呈现不同发展特点.....	3
(二) 我国平台应用进展迅速，大中小企业协同推进.....	5
1.平台应用全面开展，模式创新与跨界融合成为我国特色... 5	
2.我国大中小企业基于平台并行推进创新应用与能力普及... 7	
(三) 平台应用发展层次与价值机理逐步清晰.....	9
1.由单点信息化走向跨域智能化，应用呈现三大发展层次... 9	
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.....	12
(四) 垂直行业平台应用走向纵深.....	13
1.高端装备行业重点围绕产品全生命周期开展平台应用.....	13
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.....	15
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.....	17
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.....	18
5.电子信息制造业重点关注质量管理与生产效率提升	19
三、工业互联网平台的技术进展.....	20
（一）边缘功能重心由接入数据向用好数据演进.....	22
1.数据接入由定制化方案走向平台通用服务	22
2.边缘数据分析从简单规则向复杂分析延伸	23
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	24
（二）模型的沉淀、集成与管理成平台工业赋能的核心能力 .	26
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	26
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.....	27
3.多类模型融合集成，推动数字孪生由概念走向落地.....	28
（三）数据管理与分析从定制开发走向成熟商业方案.....	29
1.平台聚焦工业特色需求，强化工业数据管控能力	29
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.	30
3.平台贴近工业实际，完善工具不断提高工业数据易用性.	31
（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	32
1.容器、微服务技术演进大幅提升平台基础架构灵活性	32
2.新型集成技术发展将有效提升平台功能复用效率	33

3.DevOps 与低代码技术变革应用开发流程，提升开发效率	34
4.新型架构催生以工业 APP 为核心的新型应用体系	34
四、工业互联网平台的产业生态	35
（一）业务聚焦催生以五类平台主体为核心的新型产业体系 .	36
1.连接与边缘计算平台逐步由分散走向相对集聚	37
2.云服务和通用 PaaS 平台将形成 IT 巨头主导的产业格局 .	39
3.工业数据分析与可视化平台向场景化分析服务转型	40
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	41
（二）传统主体与新兴力量积极开展工业互联网平台布局.....	43
1.第一阵营企业正通过打造一体化服务能力构建综合性竞争优势.....	43
2.工业企业借助平台保护原有业务领域的核心竞争优势	44
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 .	46
（三）多类生态建设共同促进工业互联网平台繁荣发展.....	47
1.能力互补合作成为平台企业共同选择	47
2.应用创新生态是支撑平台价值持续创新的关键	49
3.联合交付生态支撑平台解决用户复杂现场落地问题	50
（四）开源加快工业互联网平台基础技术创新步伐.....	51
1.三类开源项目支撑平台基础技术创新	51
2.多类平台产业主体积极布局开源项目	52
五、工业互联网平台的商业模式初探.....	53

（一）平台发展初步形成六类商业模式.....	53
（二）不同类型平台商业模式各有侧重.....	57
（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.....	59
六、工业互联网平台的未来展望.....	60
（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”.....	60
（二）伴随平台成熟与应用深化，构建面向业务与数据的服务体系 将可能成为平台建设的关键与核心.....	61
（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.....	61
（四）生态建设将成为下一阶段平台产业发展的主线.....	62
（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.....	62
（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.....	63

一、工业互联网平台的整体态势

（一）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。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。

（二）我国工业互联网平台呈现蓬勃发展良好局面

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。一是涌现出更多新的知名工业互联网平台。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。既有航天云网、海尔、宝信、石化盈科等传统工业技术解决方案企业面向转型发展需求构建平台；也有树根互联、徐工、TCL、中联重科、富士康等大型制造企业孵化独立运营公司专注平台运营；还有优也、昆仑数据、黑湖科技等各类创新企业依托自身特色打造平台。二是形成一批创新解决方案和应用模式。如在研发设计方面，涌现出数码大方设计与生产集成打通、索为研发设计与产品运维一体化以及安世亚太基于工业知识生态的先进设计等平台服务。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等一批平台解决方案。在企业管理方面，用友、金蝶等平台提供云 ERP、云 MES、云 CRM 等服务。在应用模式创新方面，树根互联、天正、生意帮等企业探索出“平台+保险”、“平台+金融”、“平台+订单”等新模式新业态。

（三）工业互联网平台整体仍处于发展初期

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。一是在技术领域，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；二是在商业领域，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；三是在产业领域，优势互补、协同合作的平台产业生态也还需持续构建。

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）平台应用场景逐步聚焦，国内外呈现不同发展特点

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。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

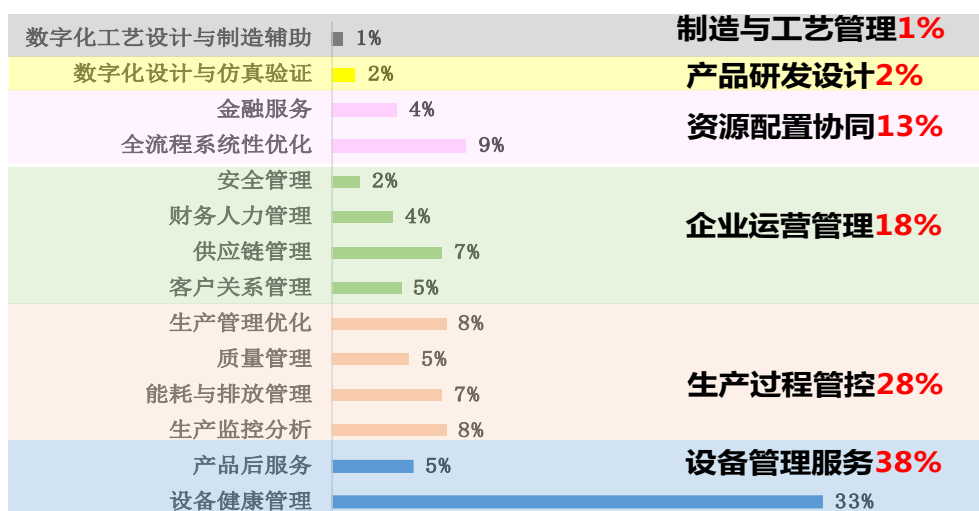


图 1 工业互联网平台应用分布统计

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。

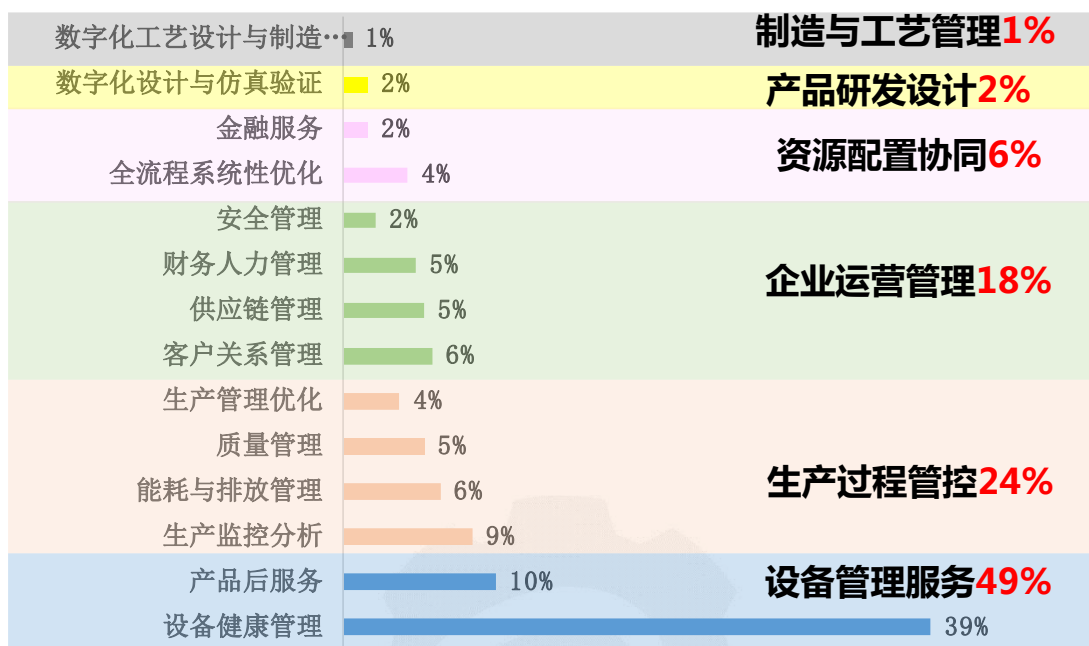


图 2 国外工业互联网平台应用分布统计

综合分析可以发现，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。

（二）我国平台应用进展迅速，大中小企业协同推进

1. 平台应用全面开展，模式创新与跨界融合成为我国特色

相对于国外而言，我国平台应用分布更为均衡，各类应用均

有所涉及。一方面，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。另一方面，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。

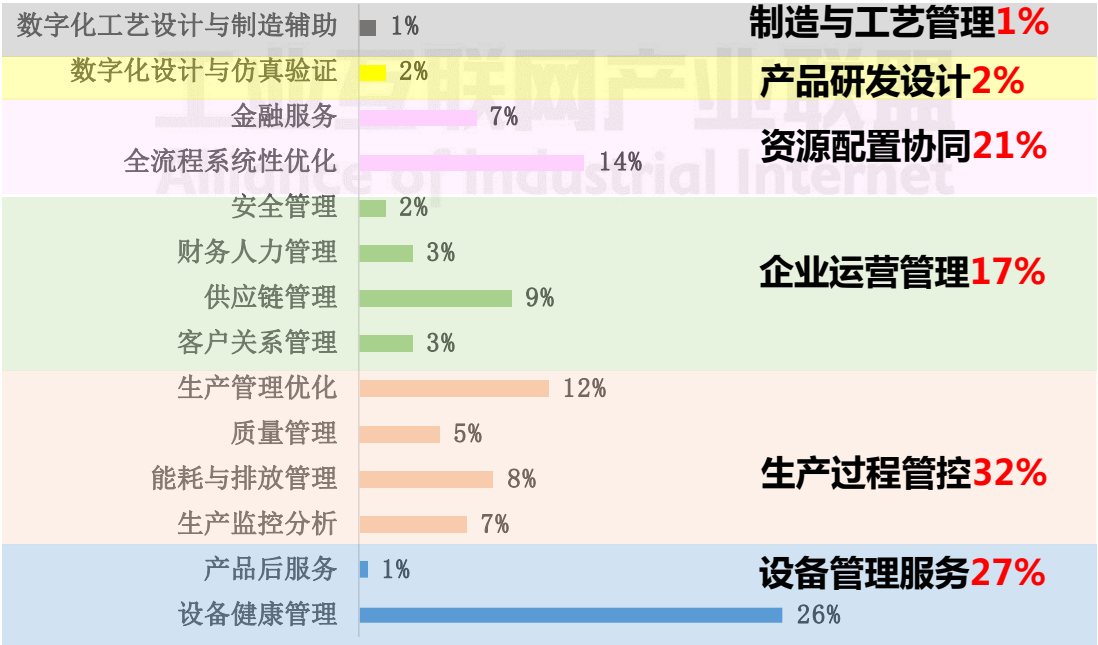


图 3 我国工业互联网平台应用分布统计

2.我国大中小企业基于平台并行推进创新应用与能力普及

在工业互联网平台发展的过程中，企业逐步成为应用主体。我国具备庞大的市场基础和海量的应用场景，大中小企业均参与到平台应用，并形成了不同的发展特色：

大企业围绕“强化数据、创新模式”重点聚焦高价值应用。我国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。例如，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%。又如航天电器利用 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%。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。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，但我国个别领先企业已探索布局。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。

中小企业围绕“抓资源、补能力”诉求布局平台应用。我国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。通过平台融入到社会化生产体系中以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，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。又如超过 13000 家中小微企业接入至天正公司的 I-Martrix 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，也是我国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。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。又如，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。

（三）平台应用发展层次与价值机理逐步清晰

1.由单点信息化走向跨域智能化，应用呈现三大发展层次

基于对国内外工业互联网平台应用的分析，可以发现，平台推动了企业信息化能力提升、数据分析水平增强和资源灵活调配，带动从信息化到智能化的多层次应用发展，主要解决三方面问题：**一是推动信息化大规模部署，解决效率提升和成本降低的问题**，信息系统和工业软件迁移至平台，依托平台实现客户关系管理、财务人力管理等应用，带动信息化成本降低和大规模部署；**二是推动工业数据深度分析挖掘，解决产品和服务价值提升的问题**，基于平台的大数据汇聚和分析能力，实现设备、生产、管理等场景的深层次优化和服务增值；**三是推动业务商业模式创新，解决跨领域资源灵活调配和协同协作问题**，通过平台进行产业链、供应链、价值链各环节的实时连接和资源共享，以实现不同主体间的高效协作和供需精准对接。因此，工业互联网平台应用实现了从信息化到网络化、智能化的全覆盖，以信息化为基础，呈现出三大发展层次：

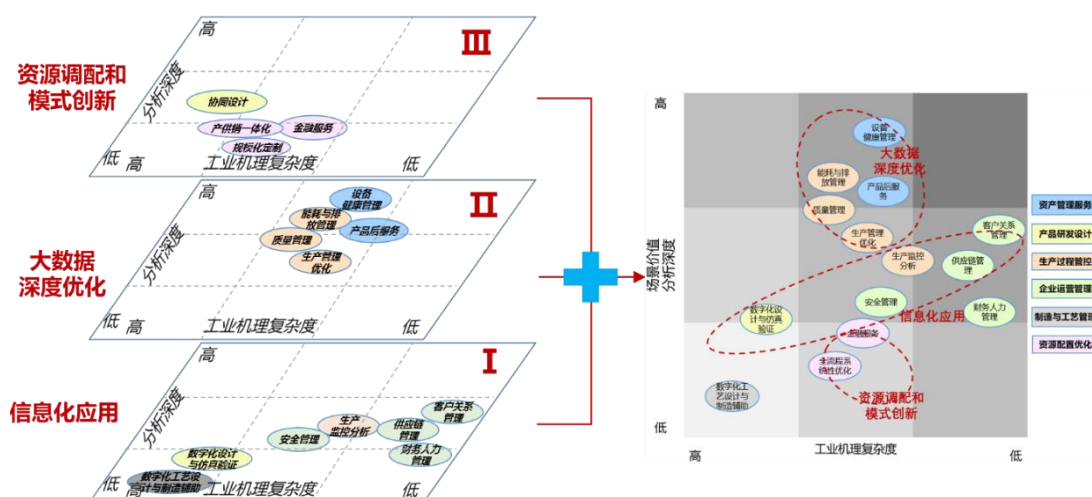


图 4 工业互联网平台应用三大发展层次

(1) 层次一：基于平台的信息化应用

得益于平台的“连接+数据可视化”能力，传统的生产管理类信息化应用得到更为广泛的普及。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、树根互联、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、供应链管理和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。

（2）层次二：基于平台大数据能力的深度优化

基于平台的大数据能力，以“模型+深度数据分析”模式在设备运维、产品售后服务、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。GE、西门子、ABB、富士康、树根互联、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，宕机时长从每天的三天缩短为一天，可降低直接损失 64 万/次。

（3）层次三：基于平台协同能力的资源调配和模式创新

借助平台整合产业链资源，探索制造能力交易、供应链协同等应用，成为部分企业的实践选择。如智能云科依托 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。再如中船集团利用船海智云平台对船舶制造企业、船用设备制造企业等开展纳期监控等应用，提升供应链协同水平。基于平台进行深层次的全流程系统性优化尚处在局部的探索阶段。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。

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

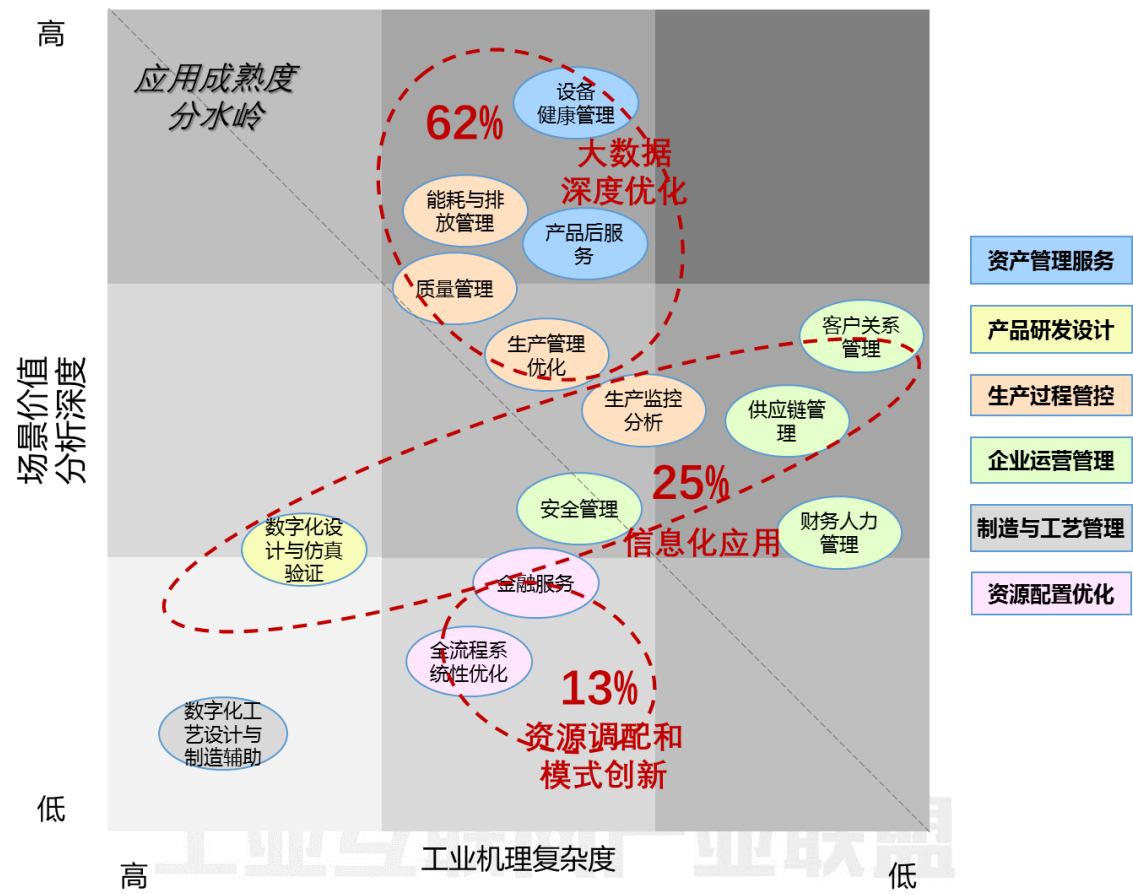


图 5 工业互联网平台应用优化价值视图

根据上节数据统计分析，可以发现，工业互联网平台在三大发展层次中的各类工业场景应用热度不尽相同，这是由于不同层次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 1 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 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%。

（四）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 SYSDWARE 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，树根互联联合广州柴油机厂股份有限公司，基于人工智能、边缘计算、预测性维护为中低速船用柴油发动机提供智能服务平台，为列装的万吨级船舶用户提供设备连续性保障，形成产业链上下游联动，帮助广柴降低 30% 的设备管理成本，缩短 20% 运行管理

反应时间，提升柴油机连续性运行能力。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%。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，九江石化基于石化盈科 ProMACE 平台，将监测到的数据进行识别和分析，实现 HSE 系统对 3.85 万个 HSE 观察卡、35 处废水等监测点开展安全管理，环境信息可通过“环保地图”实时可视化；在作业许可票证签发环节，通过身份识别和物联网等技术可实现作业票管理“定时、定位、定票、定人”，提升了安全管理水平。

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 COSMOPlat 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，树根互联帮助 200 多家离散装备制造企业打造资产管理、备件管理、保险服务、融资租赁、基于设备的软件增值等服务能力，为离散装备制造产业集群每年提升超过百亿的收益。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，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。

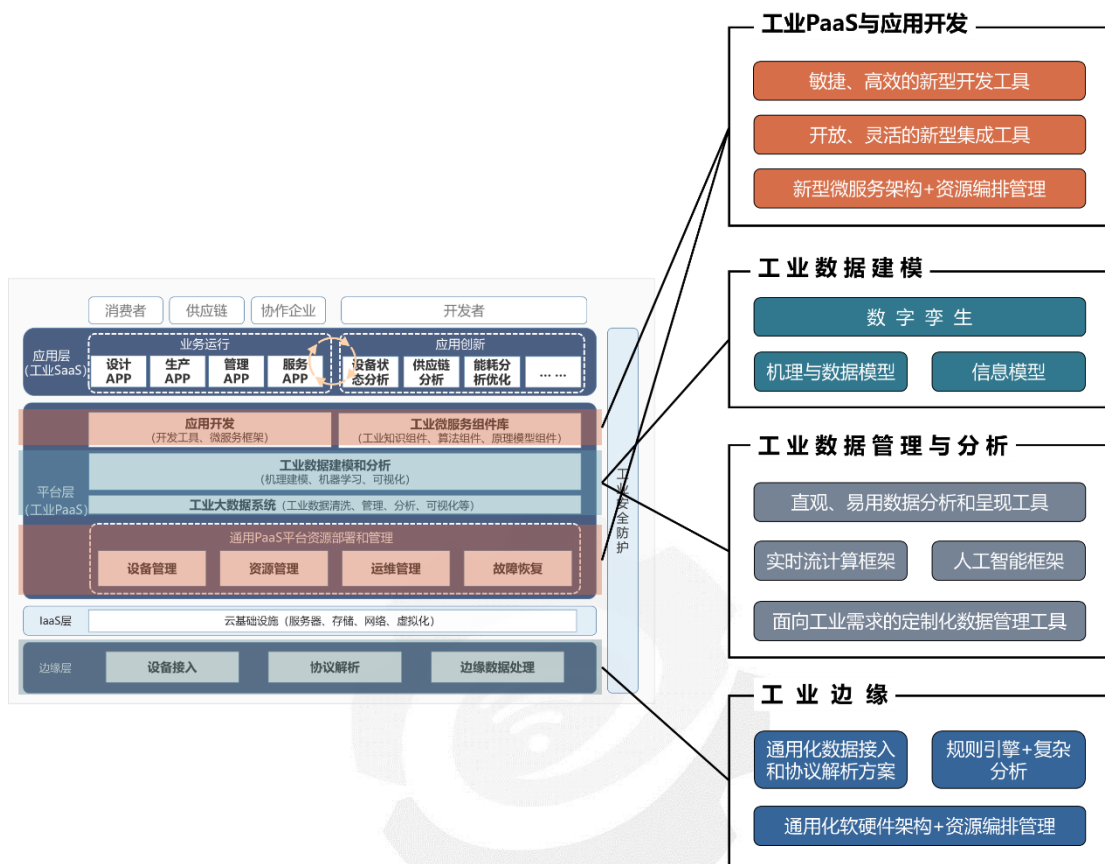


图 6 工业互联网平台关键技术

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；边缘功能变化的背后是通用 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 PaaS，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、55000 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

数字孪生探索刚刚起步，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 将数字孪生定义为“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，可能催生聚焦工业数据的服务体系，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，将逐步形成业务服务体系，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

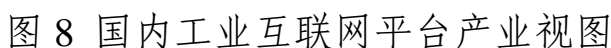
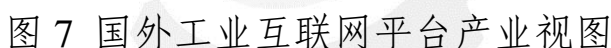
基于统一平台架构开发全新的原生云应用成为工业 APP 构建的主流选择，能够提供最优的可扩展性，降低 APP 开发、部署、应用门槛，更快的满足市场需求。PTC ThingWorx 平台提供了 Navigate、Controls Advisor、Production Advisor、Asset Advisor、Flow 等原生云应用，支持数据快速集成、PLC 快速连接、数据可视化、设备监控等功能的开箱即用。树根互联平台基于 Kubernetes 架构的虚拟化层 PaaS，保证资源的使用效率和数据的

隔离，提升平台安全性，同时通过 OpenAPI 的方式对外提供数据和服务的能力，构建了基于根云平台业务和数据能力的开发者生态圈，加速工业 APP 开发效率的同时大大降低开发成本，进而丰富了多行业和多领域的工业 APP 市场 Marketplace。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

随着工业互联网平台产业的日渐成熟与市场竞争不断加剧，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，由于平台涉及到的关键技术和行业领域十分广泛和复杂，很少有企业能够实现全面兼顾，各类平台主体正在立足自身核心优势选择 2-3 个业务方向进行聚焦，从而驱动整个平台产业体系的演进升级，并呈现出不同的市场特点。另一方面，越来越多的产业实践证明，分工协作、优势互补是平台落地部署中的普遍共识，聚焦不同业务的平台主体正在通过合作来共同打造完整平台解决方案，加速了多样化、多层次的平台生态体系建设，为平台产业繁

（一）业务聚焦催生以五类平台主体为核心的新型产业体系



36

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，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主要由 IT 巨头占据，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 IHS 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。树根互联云物联平台提供网关、SDK 植入和云云对接 3 种灵活连接模式，支持 400 多种工业协议和 300 多种设备私有协议，适配国际通用硬件接口。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。

未来，云服务平台和通用 PaaS 平台可能会被 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 iDOS 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。

专业服务能力和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、数码大方、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厂商和客户。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，构建工业业务服务中

心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. 巨头正通过打造一体化服务能力构建综合性竞争优势

当前，多类企业积极布局工业互联网平台，形成多层次产业格局。其中，资本与技术实力雄厚的达索、西门子、PTC 等平台巨头企业初步具备涵盖设计仿真、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。如达索不断将并购后形成的全链条产品迁移平台，包括设计仿真软件（CATIA、DELMIA 等）、全生命周期管理软件（ENOVIA）、生产管理软件（Apriso）、运营管理软件（IQMS）等，形成了业务能力的有效衔接，近期还宣布与 ABB 合作，以进一步提升自动化领域解决方案服务能力。PTC 则通过与多家企业的深度合作来弥补自身在生产和运营方面的短板，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，力图提高自身在生产现场的管控能力。PTC 与 ANSYS 合作，探索将 ANSYS 仿真工具部署至

ThingWorx 平台。此外，PTC 还和微软合作，布局 AR 在工业现场的服务应用。

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

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，为用户提供通过提供智能排期、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潜在的构建实力，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、资源中心等功能模块。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：

一是现有开源社区或托管网站的平台技术相关开源项目逐

渐增多，如 Eclipse 基金会开源 Eclipse Kura、Eclipse Paho、Eclipse OM2M 等多个平台边缘层项目；GitHub 托管了 IOT 平台开源项目 DeviceHive 的源代码，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。

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。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 Predix 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。**如平安集团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。**如树根互联赋能久隆保险推出设备 UBI 保险，联合慕尼黑再保险和德国工程机械巨头普茨曼斯特推出设备在线延长保修定价服务，成功探索出保费和理赔额双降，保险公司和客户共赢的保险新模式。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

还未对应用开发者进行分成，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。该类路径能够较为直接地将工业价值变现，保证良性资金流，仍

是部分企业发掘平台价值的重要选择，如 ABB、罗克韦尔当前在工业互联网领域以售卖解决方案、提供专业服务为主，虽由于企业性质导致市盈率较低，但自由现金流稳定充沛，均达到 10 亿美元以上，很好的支撑了企业健康运转。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，构建面向业务与数据的服务体系将可能成为平台建设的关键与核心

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。消费互联网的探索经验为工业互联网提供了有益的借鉴，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，阿里巴巴提出打造业务中台和数字中台，其中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。

（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。



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