



欢迎打开钉钉扫码加入

查看更多数字化转型研究成果

本案例集及其内容的版权，属于阿里云计算有限公司所有或已获得合法授权；未经阿里云计算有限公司书面授权许可，任何人不得复制、修改、转载、摘编或以其它任何方式使用本案例集的全部或部分内容。

数据驱动的新价值网络

Alibaba Cloud Research Center

新一代工业互联网 发展模式与成功实践

Industrial Internet Platform



阿里云



中国企业联合会
Smart Enterprise Promotion Committee of CIEU

阿里云研究中心

阿里云研究中心



特别顾问 | 安筱鹏

指导委员 | 刘湘雯、刘松、任庚、曾震宇、库伟

编写组长 | 宿宸

编写人员 | 王岳、郑旭、孔令西、李颖、谢波、林锯、韦伟、穆金刚、华超杰、昊海、李双宏、巢田、张文彬、王佩杰

设计统筹 | 王甸甸

序言

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，将对未来工业发展产生全方位、深层次、革命性影响。2017年11月，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》，2018年6月，工信部印发《工业互联网发展行动计划（2018-2020年）》，全面开启我国工业互联网发展征程。经过近三年的努力，我国工业互联网发展取得了积极进展。网络、平台和安全三大体系建设快速推进，融合创新应用孕育兴起，产业生态不断壮大，有力推动了实体经济数字化转型和高质量发展。

阿里巴巴集团作为国内最具影响力的互联网企业，近年来着力推进工业领域的数字化、网络化、智能化改造，为众多行业的工业企业赋能升级，同时也围绕工业领域开展了许多前瞻性研究，发布了一大批具有战略洞察力的报告。此份白皮书全面介绍了阿里巴巴在发展工业互联网上的探索与思考，提出了未来五年中国制造业数字化变革的八大预判，包括数据资产货币化、无场景不智能、数据中台、“低门槛”数字工厂、数字孪生工厂、区块链、C2B协同创新平台和未来组织，并进行了详细解读，将对广大企业在战略思维、技术体系、商业模式、核心能力与组织架构上的重构提供新的思路和有益参考。



朱宏任

中国企业联合会、中国企业家协会常务副会长兼理事长，原工业和信息化部党组成员、总工程师

朱宏任曾任国家经贸委处长、国家发改委副局长、工业和信息化部运行监测协调局局长、新闻发言人、党组成员、总工程师。兼任国务院促进中小企业发展工作领导小组办公室主任、国务院反垄断委员会委员、国务院食品安全委员会委员、国务院深化医药卫生体制改革领导小组成员、淘汰落后产能工作部际协调小组副组长、企业兼并重组工作部际协调小组办公室主任等职。

现任中国企业联合会、中国企业家协会常务副会长兼理事长，是中国企业联合会智慧企业推进委员会常务副主任委员、数字中国产业发展联盟专家咨询委副主任、中国信息化百人会学术委员会委员。

目录

前言 03

中国未来制造启示录 05

01

中国工业互联网发展，不进则退 09

02

围绕工业数字中台，
构建全新的工业互联网技术与知识分工协同体系 13

03

钉钉移动协同平台
推动一场组织管理变革的
转基因工程 36

04

C2M 模式
推动“以人为本”的工业
互联网建设 39

05

“1+N”模式
推动工业互联网生态体系
建设 43

06

工业互联网发展路径探索 57

07

未来展望：大交叉、大融
合与大协同 61

前言

消费互联网正在进入静水深流的“扬子江时代”，工业互联网加速迈向激情迸发、百舸争流的“三峡时代”。互联网正在从信息交互的互联网、产品交易的互联网迈向能力交易的互联网，互联网技术体系正在从价值传递的交易环节渗透到价值创造的生产环节，并加速构建全球企业数字化转型的新架构体系—基于云计算+边缘计算的新体系，推动企业传统的网络设施、设备产线、供应链、软件体系、管理模式、组织架构的解构、重组和封装。

这一进程起步于5年前，未来将会持续10年，在这一进程中如何应对工业化思维与数字化思维冲撞、碎片化需求与规模化供给矛盾、封闭的设备联接走向开放、多元的利益格局走向平台利益共同体，实现从软件上云到硬件上云、从隐性数据显性化到隐性知识显性化、从数据流量红利到知识算法红利、从基于产品的分工到基于知识的分工、从单平台资源聚合到多平台立体化协作，是时代思考的重大命题。



身在其中的阿里，既是这一轮由工业互联网引领的产业变革的见证者与推动者，同时自身也在经历变革的洗礼。在面对数字化前所未有之大变局，阿里通过不断的探索与实践，开辟了一条互联网创新发展与新工业革命深度融合的工业互联网发展模式。

此份白皮书面向广大制造企业、政府以及行业合作伙伴，全面介绍了阿里巴巴在发展工业互联网上的探索与思考，希望借此白皮书帮助制造业同仁理清工业互联网的技术、价值与商业逻辑，为企业在战略思维、技术体系、商业模式、核心能力与组织架构上的重构提供新的思路。



China Manufacturing in Future The Revelation

中国未来制造 启示录

未来 5 年，中国制造业将迎来新一代数字基础设施（工业互联网）的安装期，这一过程会伴随着传统软件体系的解构与技术支撑服务体系的重构。在 AIoT、5G、区块链等数字技术的叠加以及与 OT 技术（Operating Technologies）深度融合的作用下，制造业数字化、网络化、智能化的进程将会大大提速。能够充分利用数据来驱动新价值网络创造的制造企业，将成为所在行业新的领军者，反之则将淹没在数字化浪潮中。围绕“数据、机器智能、平台、数字孪生、组织”等关键词，阿里云研究中心联合阿里巴巴集团研究院就未来五年中国制造业数字化变革给出 8 大预判：

1 数据资产货币化

“数据货币化”将作为众多制造企业的优先战略。掌握数据资产变现能力的制造企业将比缺少该能力的企业多创造 20% 的营收。

2 无场景，不智能

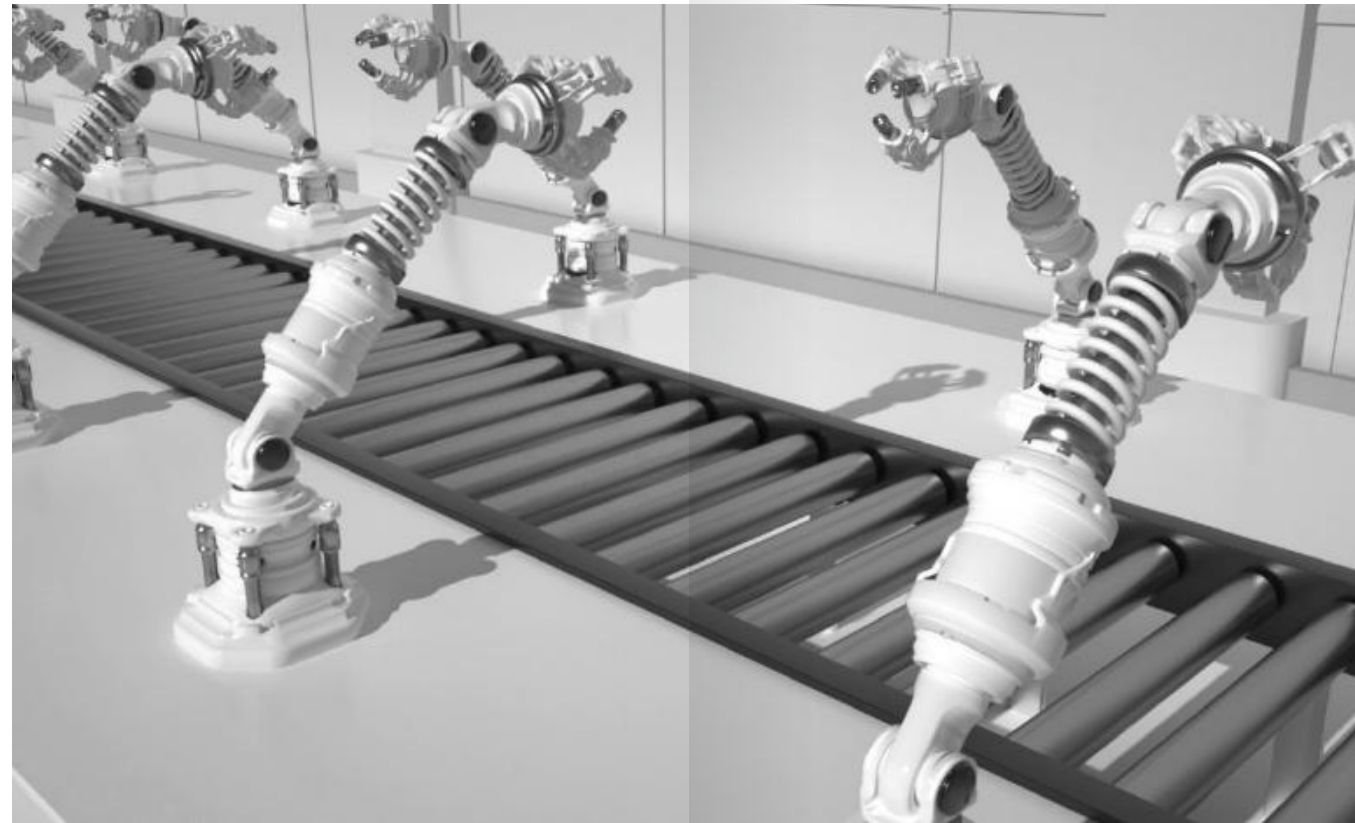
30% 的行业龙头制造企业将基于低代码工业智能开放平台开发面向不同场景的工业智能应用。30% 的中小制造企业则至少在 3-5 个生产场景中尝试使用人工智能技术。

3 数据中台

50% 的大型制造企业将构建集团层面的大数据中台，对数据进行统一的“打通、整合、共享”，以更快响应前端业务的创新。

4 “低门槛”数字工厂

届时，基于云、边、端架构的数字工厂改造成本仅为现在的 1/3，但可以降低 20% 的工厂运营成本。

**5 数字孪生工厂**

30% 的大型制造企业将实现工厂级的数字孪生体，打造“透明工厂”，带来 20% 的整体运营效率提升。

6 区块链

10% 的离散制造企业将尝试 IoT+ 区块链技术在设备认证、质量追溯与供应链管理上的应用。

7 C2B 协同创新平台

30% 的 2C 端生产企业将基于 C2B 协同创新平台进行产品的设计、开发、生产与销售，产品上市时间缩短 30%。

8 未来组织

80% 的制造企业将重新定义组织、领导力、人才、人机协同、考核机制等，以更好拥抱企业全面数字化变革。

上述预测多大程度能够实现，取决于未来五年新数字基础设施的安装进程。而这一过程必将经历各种复杂性与不确定性。因此，一个围绕 IT、OT、DT、CT 与 AT 技术展开的全新的知识分工与协同体系将决定中国工业互联网未来五年发展的深度与广度。

中国工业互联网发展 不进则退

从对制造 2025 的展望拉回到现在，过去一年是中国工业互联网“野蛮生长”的一年。无论是利好政策、资本注入、新参与者涌入、还是新技术、新产品落地，都为其发展创造了一个良好的环境。同时，各类工业互联网平台纷纷涌现，根据《信通院 2019 工业互联网白皮书统计》，当前中国工业互联网平台已有 300 家左右，具有一定规模与影响力的平台数量达到 50 家之多。其中，既有垂直行业的龙头企业，也有以 BAT 为代表的数字企业，同时高科技初创企业的加入也为工业互联网的发展注入了新的创新元素。值得肯定的是，越来越多的平台开始从起步逐步走向成熟，从最初的一窝蜂、追风口，到现在的聚焦与专注，无论是在产品能力、服务体验、商业模式、还是发展路径上，对平台建设都有了更为深刻的认知（见图 1）。

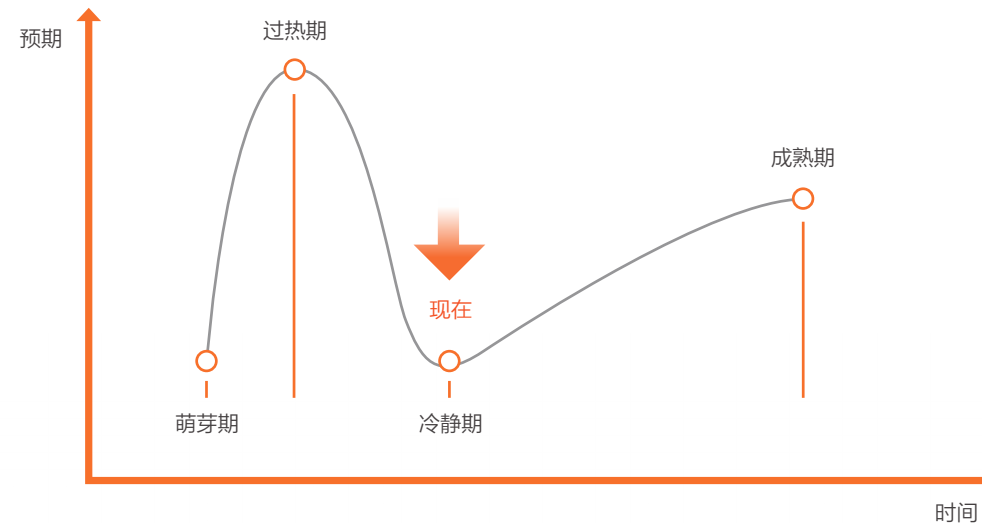


图 1: 工业互联网发展的四个时期

* 来源: 阿里云研究中心

但挑战依然严峻。当前，工业互联网平台发展的主要问题是碎片化能力供给与制造企业全面数字化转型诉求间的矛盾。平台发展如要发生质的变化，以下五大问题还有待找出答案。

1.1 “数字孪生”何时降低门槛？

数字孪生简单地讲，即物理对象在数字空间中的实时、动态映射。数字孪生是一切模型与应用的基础。从设备、产线、车间、产品、再到工厂，数字孪生的实施成本与复杂度不是线性增长，而是倍增。数字孪生最大的挑战在于巨大的“语言障碍”。只有当通讯协议、设备的互联互通、数据集成、软件的互操作等不再是问题，数字孪生的部署门槛才能降低到企业，尤其是中小企业能够承受的范围。

1.2 “数据资产”何时高价值变现？

制造企业的节流与开源离不开数据。然而当前大部分平台提供的服务仍然聚焦在生产要素数据化层面，或仅仅是用数据对物理世界进行描述。制造企业迫切需要的是从数据中获得预测能力，并指导决策，才能为业务带来创造性的经济效益。而只有当平台同时掌握数据、算力、算法与工业知识这四项能力，尤其是复杂算法与行业机理模型相互验证的能力，所开发出的工业智能应用，才能面向不同场景，创造实际价值。

1.3 “物理边界”何时突破？

工业互联网平台是线上线下、软硬融合的平台，但当前平台多是以项目制、“施工队”这种点到点的方式提供数字化服务。线下服务的线性增长方式严重制约平台的规模、范围与速度。平台还难以有效做到将线下工业应用与解决方案标准化、数字化，APP化，并迁移到线上交付。平台只有摆脱人力、设备、厂房等物理局限，才能做到客户的持续运营、服务的规模化复用，同时降低其边际成本。

1.4 供给侧数据何时打通？

全链路与全要素数字化与数据化意味着企业有能力站在全局的角度，深度服务用户。然而，数据孤岛不仅存在于企业内部，更大的挑战来自供给侧与消费侧之间的信息断层。生产运营信息与消费信息的不对称，导致生产企业依然沿用 20 世纪的管理模式服务 21 世纪的“数字原生用户”。只有当工业互联网与消费互联网打通，形成“双轮驱动”，才能围绕产品与服务，确保从设计、研发、生产、供应链、再到客户端的交付形成液态化的联动，增强供应链的灵活性与响应速度。

生态系统何时完善？

工业互联网平台的建设是一项复杂而又漫长的系统工程。从链接、到应用、再到服务，中间涉及到众多门类的学科、技术、人才与能力。平台建设的逻辑不是单打独斗、而是共生共赢。只有当平台学会将边界能力之外的产品、技术、服务、市场交给合作伙伴，相互信任、相互成就，才能构建一个共生、利它的平台生态系统，从而产生巨大的协同效应。

用昨天的解决方案解决不了今天的问题。经过过去几年的实践，阿里对平台建设有了更为清晰的认知与定位。通过在新技术、新模式、新商业、新组织与新生态的不断探索，逐渐开辟了一条互联网创新发展与新工业革命深度融合的新工业互联网平台模式。

围绕工业数字中台， 构建全新的工业互联网技术与 知识分工协同体系

从工业时代迈入数字时代的最大特征，是从决策到复杂决策的转变。制造业数字化转型本质是一场数据驱动的“决策革命”。

工业时代，企业解决的是“点”与“线”上的碎片化问题与局部问题。但当步入到数字时代，需要面对的则是“面”与“体”带来的系统化决策上的挑战，而数据孤岛、系统孤岛、业务孤岛成为制造企业转型上的最大障碍。当前企业面临的最为现实的问题，即数字化转型的复杂性指数增加导致信息化时代遗留的基础设施的“崩盘”（见图2）。

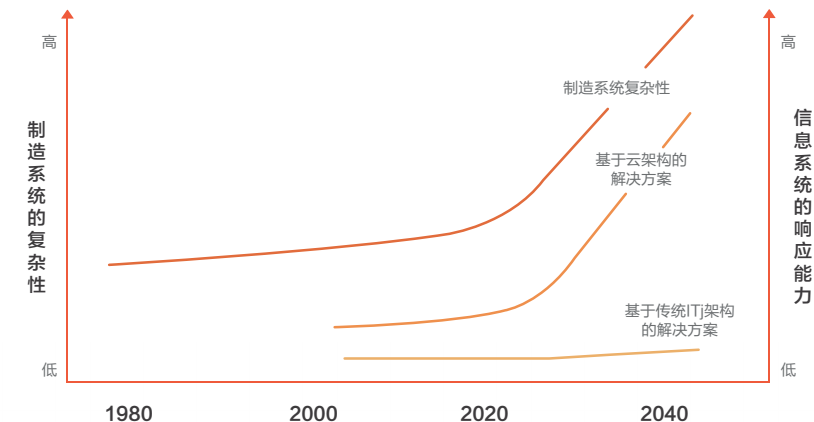


图 2: 信息技术架构体系的大迁徙

* 来源：阿里巴巴研究院

工业互联网，作为制造业的新型数字基础设施，其本质是数据驱动的自动化决策，以化解制造业复杂系统的不确定性，并驱动新价值网络的生成 – 即利用数据进行信息交换与传递、利用数据洞察生产与商业的运行规律、利用数据进行精准的自动化决策，并最终对信息与物理世界加以控制、利用数据驱动全价值链、全要素的网络化协同，产生新价值、新模式、新业态与新产业。

而工业互联网平台，则是工业互联网的核心，通过构建一个全新的知识与技术分工协同体系，最大程度降低数据决策的成本，提升决策效率。以云作为数字底座的全新分工协同体系，将涵盖计算、数据、连接、分析、算法模型、机理模型在内的大量碎片化知识与技术聚合在一起。技术之间相互组合、“繁衍”、进化，进而形成新的知识与技术，以满足各类企业面向全场景、全要素、全价值链的自动化决策与网络协同的需求。

2.1 “工业数字中台” – 工业互联网的“数据操作系统”

本着打造一个以“数据驱动”的工业互联网平台生态体系，阿里围绕云计算、物联网、大数据、人工智能等新一代数字技术构建的“工业数字中台”，作为工业互联网的“数据操作系统”。

工业数字中台的本质，即对后端核心数据与核心系统标准化、模型化、模块化，由中台进行统一管理，并以共享的形式赋能前台，快速响应前端业务的变化与创新，最大程度降低创新的风险与试错成本。

工业数字中台由基于一个统一的云平台之上的四中台组成，即 IoT 中台、数据中台、业务双中台与 AI 中台，四者间成松耦合关系，即可独立实施，又可整体落地。工业数字中台可以在公有云、私有云、混合云等多种环境中部署，具备高灵活性、高扩展性与高可靠性（见图 3）。

IoT 中台

基于 IoT 技术，实现“云、边、端”一体化的数据与业务协同，打造工厂版“Android”。平台一方面负责端侧与边缘侧的数据采集，将物理资产转化为数据资产，在云端进行统一管理。另一方面，支持跨业务系统的连接以及与第三方工业 SaaS 的接入。IoT 中台可加强人、机器、设备、产品、系统之间的互操作性，实现物理数据与系统数据的打通，低门槛打造数字化工厂。

业务中台

业务中台的本质是企业级能力的复用。通过将企业核心业务能力解构，模块化与微服务化，将其中共性业务抽离出来，以服务的形式固化到中台，并像“搭积木”一样对能力进行重新编排、组合，支撑前台业务的敏捷开发与创新。

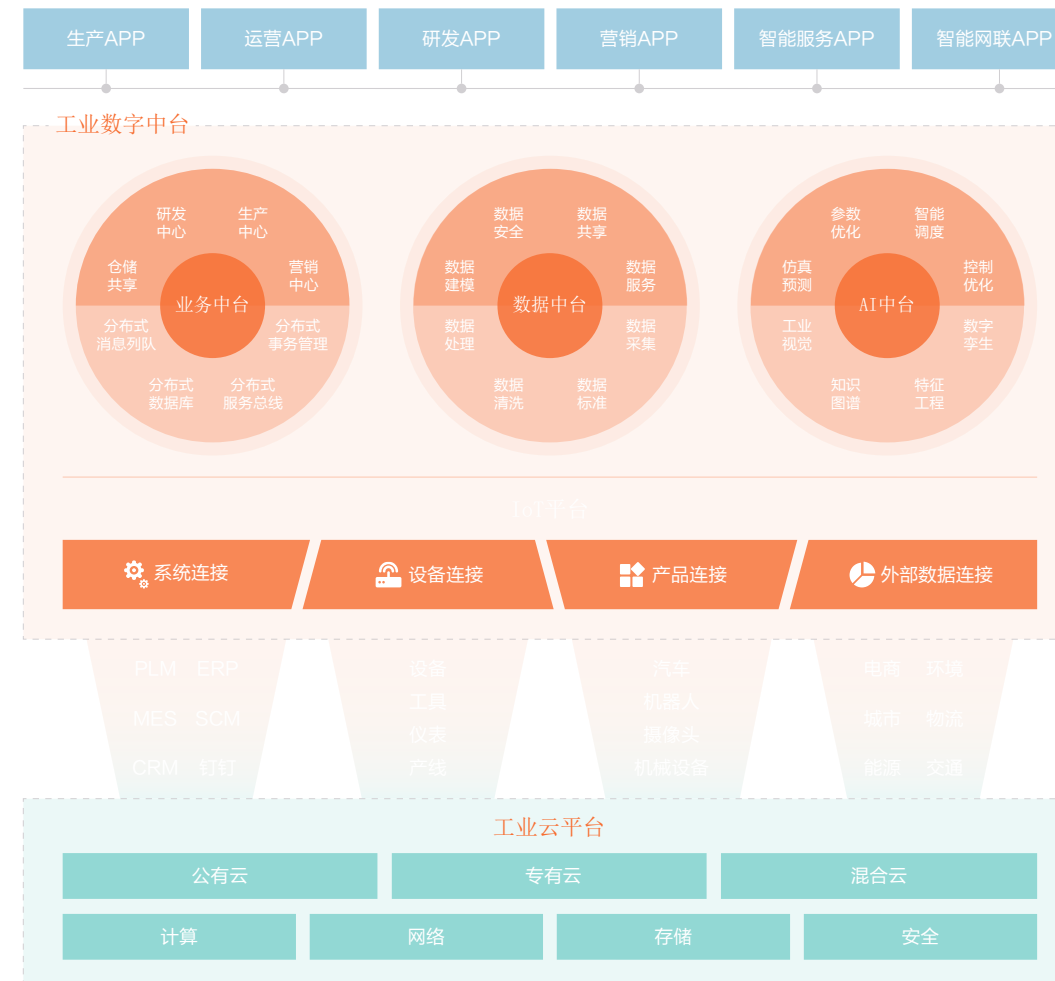


图 3: 阿里工业互联网平台大图

* 来源：阿里云研究中心

数据中台

一座“数据服务工厂”，对产品生命周期的全链路数据进行“打通、汇聚与共享”，有组织、系统性地使用数据。通过数据中台建立包括订单、原料、设备、生产、产品、客户在内的全域数据模型，并根据不同业务逻辑对数据模型进行关联与分析，最终转化为统一的数据服务，为前台决策赋能。

AI 中台

平台、数据、算法模型组合构成 AI 中台，支持从数据、模型、算法、应用到控制的决策闭环。AI 中台提供低代码工具，可支持规模化开发与复用面向不同工业场景的智能应用。

IoT 中台、数据中台、业务中台与 AI 中台四者相互依托、互为支撑。IoT 中台实现数字世界与物理世界的链接。数据中台对大量连接所产生的海量数据进行加工与提纯，形成标准化、规范化的数据服务，更好支撑业务中台与 AI 中台开发面向业务场景的应用。而后者产生的数据则沉淀到数据中台，反哺数据模型的持续优化。

2.2 制造企业为什么需要工业数字中台？

迈入到 VUCA 时代(volatile、uncertain、complex、ambiguous)，制造业发展最确定的即不确定性。如何最大程度降低在数字化转型过程中创新与试错的成本与风险，是每一家制造企业急需攻克的难题。

从业务角度

企业急需获得快速响应市场环境、用户需求、服务体验、产品迭代变化的能力。

从 IT/OT 角度

打破 OT 系统与 IT 系统的“围墙花园”，解决数字化转型过程中，新产品、新服务、新模式、新数据、新组织所导致的更多的烟囱系统、数据孤岛与业务孤岛问题。

从数据价值角度

需要克服数据智能应用开发在系统性、敏捷性、标准性与可复制性上的缺陷，推动数据智能从单机智能升级为产线智能、工厂智能、直到全域智能，方可实现工厂生产运营效率的整体最优。

从组织 / 员工的角度

如何通过实现数据协同推动组织、业务、供应链间的液态化协同；如何由过去管理者经验决策，到现在数据驱动的实时、在线决策；如何激发全员的数据化运营与数据化创新思维。

如果制造企业遇到上述问题中的任何一个，那么就有必要考虑围绕数字中台，着手开展工业互联网的建设工作。

阿里“工业数字中台”的特点在于：

- 中台不是一成不变的，而是根据外部环境变化，动态调整、持续迭代的；
- 中台不是设计出来的，而是为满足业务转型需求，自然演进的结果；
- 中台不是技术堆栈，而是系统化地为用户提供面向业务的能力，为用户带来持续价值；
- 中台建设虽是以局部业务优化作为切入，但最终目标是提供横跨供、研、产、销、服的企业级数字服务能力；

- 中台不是纯线上平台，而是同时覆盖线上 / 线下场景，提供 IT/OT 能力与解决方案；
- 中台不是封闭的，而是开放给所有工业互联网参与者的。中台不能通吃，而是被集成的，且平台能力可以整体平移给合作伙伴与企业用户。

2.3 IoT 中台 – 打造数字工厂的“Android”

阿里云工业互联网平台，基于阿里生态能力与 AIoT 技术，构筑云、边、端协同的软硬一体的 IoT 中台，帮助广大制造企业低成本构建数字工厂（见图 4）。

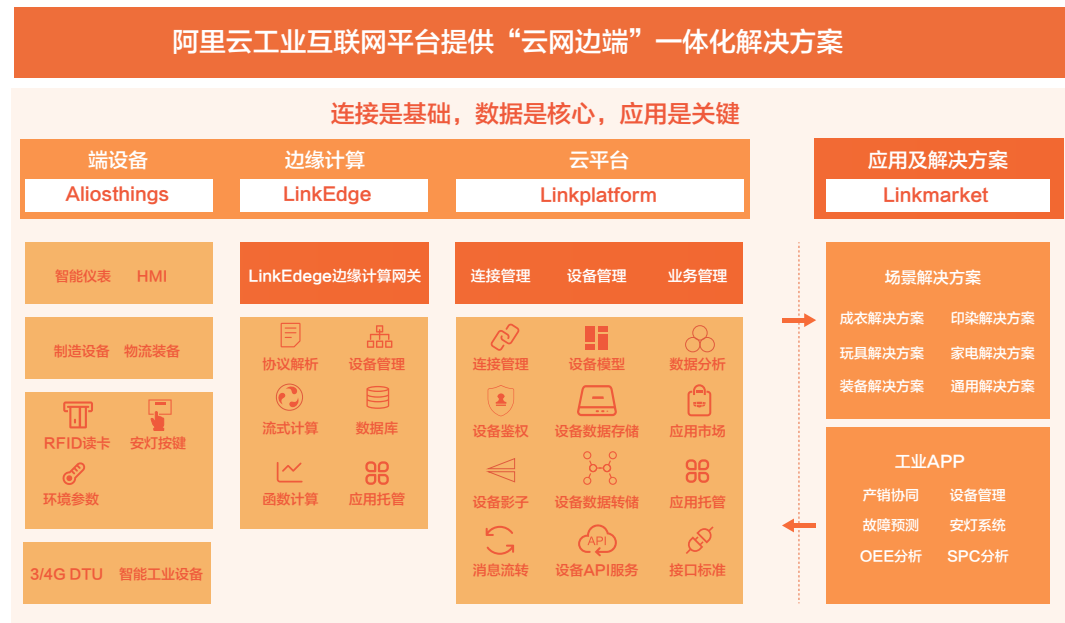


图 4: 阿里“云边端”一体化解决方案

* 来源: 阿里云研究中心

- 在端侧，AliOSThings 操作系统支持多种工业协议标准与安全防护机制，确保平台上所链接的机器能够进行安全的数据传输；
- 在边缘侧，阿里 IoT 边缘计算平台 Link IoT Edge 用以处理大量、实时的工业数据，决策后直接指挥机器进行工作；
- 在云端，云平台 Link Platform 负责管理链接、设备及应用组件，并在 Link Market 上沉淀为产品与解决方案，进行交易。
- Link Security 安全平台结合物联网、区块链技术，保障云、边、端数据采集与数据应用的可信。

在 IoT 技术构建的数字孪生世界中，IoT 中台另一项关键任务是支持 OT (Operating Technologies) 应用的 SaaS 化与 APP 化，以及跨业务应用系统间的集成。用云化的软件与应用管理工厂中包括“人、机、料、法、环”在内的工业要素。面向不同工业用户，平台输出一站式、标准化的数字服务（见图 5）。



图 4: 阿里“云边端”一体化解决方案

* 来源: 阿里云研究中心

工业 APP 运营服务平台

面向设备与应用开发服务商,提供包含开发、托管,上架,交易,运维,下架 的工业 APP 全生命周期服务。

- 阿里云工业互联网平台提供云、管、边、端全面的开发工具及 API 支持, 帮助服务商基于平台快速开发带有业务特色的软硬件产品。
- 传统软件应用可以打包托管到应用托管分发平台, 以零成本自动部署到公共云、专有云和边缘设备当中, 免除以往信息化厂商自行购买服务器等资源, 以及“一客一部署”的成本。
- 此外, 托管的工业应用可以在阿里工业 APP 交易平台上自由交易与分发, 跨行业、跨区域、跨领域地触达广大制造企业用户。

集成工作台

面向软件集成商, 平台提供适合数字工厂集成实施的集成工作台, 可以实现标准化的工厂设备接入与集成。集成商在平台上根据用户需求, 选择标准化的硬件和软件产品, 快速集成用户所需的解决方案, 通过类似“搭积木”的方式实现定制开发, 并最终以“一键式”的方式在线进行“数字工厂”的项目交付。

数字工厂

面向工厂企业, 提供专属的云上数字工厂平台。平台通过统一的主数据、工厂模型、工艺模型及权限管理, 帮助工厂建设数据中心和业务中心, 既可以为基础整合与新建业务系统, 还可以实现工厂所有数据的融合, 为生产效率及经营业务能力提升打好数据基础, 同时降低数字工厂的打造成本与实施风险。

平台运营中心

面向工业互联网平台运营商, 提供行业平台运营能力。平台以阿里云工业互联网平台的数字工厂、集成工作台为技术基础, 进一步为平台运营商提供行业平台门户。并帮助行业平台整合设备应用开发服务商、集成服务商、工厂企业、供应链及金融等各方能力, 打造带有行业属性工业互联网生态。

此外, 行业平台运营商可凭借对行业的深入理解, 开发、整合行业最佳应用, 并将行业应用预装在行业用户的数字工厂业务中心。并针对这些工厂用户的实际使用情况, 通过运营管理, 进一步拓展新的工业互联网创新服务。

2.4 工业业务中台 – 企业核心业务能力的解构与重构

业务中台的能力在于打破业务系统的“围墙花园”、业务孤岛、减少大量系统重复性建设, 提高核心业务能力的复用性。通过业务中台, 将技术、经验、知识、最佳实践解构与重构。基于云端的微服务架构, 无论是库存管理、订单管理, 还是 CAD、ERP、MES 等, 这些传统应用均可通过解耦、模块化、微服务化的方式, 沉淀到业务中台。并基于一个统一的业务中台, 重新封装面向特定场景、特定问题的新的、轻量型的工业 APP。

业务中台不是系统, 而是一套可以借助 IT 系统推动企业包括组织、业务、模式在内的整体转型的机制。基于此, 阿里提出了“3+1+1”的工业业务中台能力方法论, 即三项核心业务能力、一个跨业务能力的业务数据域以及一套通用的业务中台技术基础设施(见图 6)。

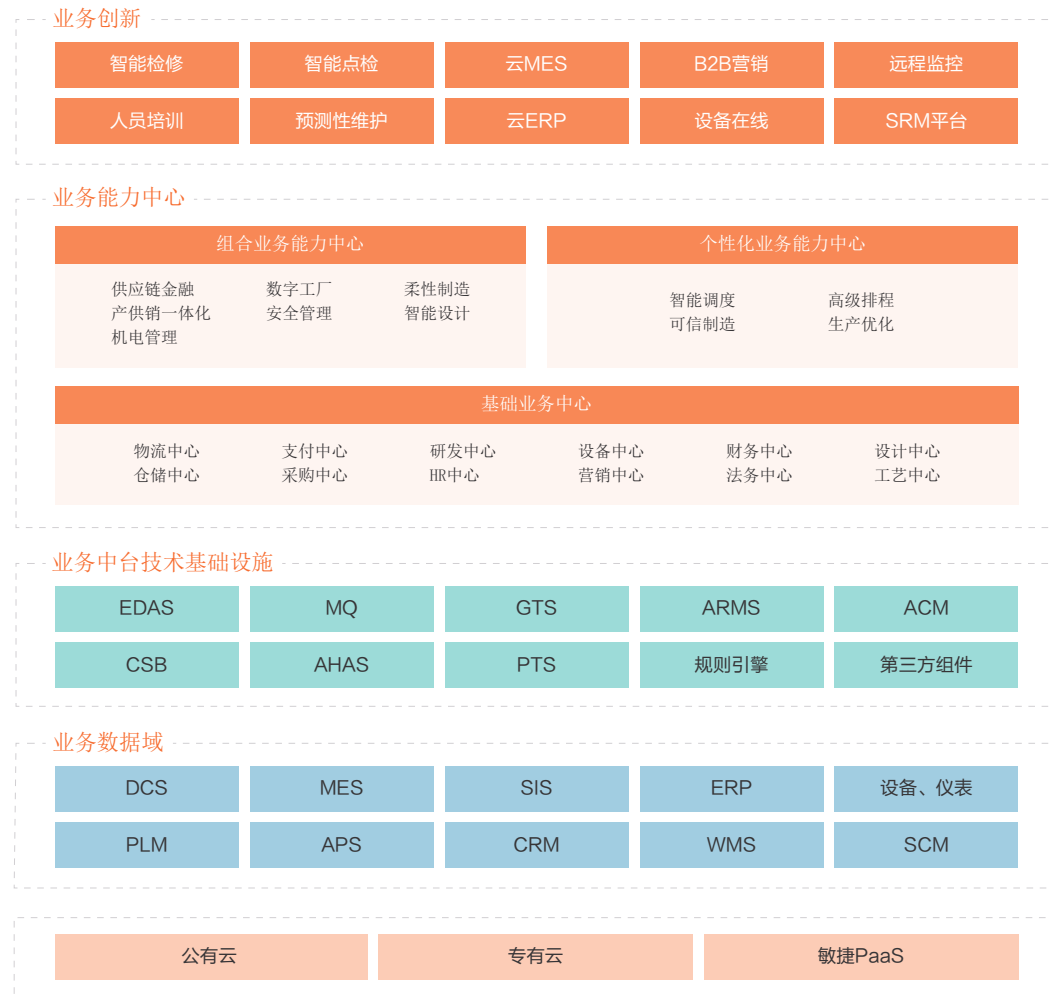


图 6: 阿里工业业务中台大图

* 来源: 阿里云研究中心

三项业务能力

包括由基础业务能力、组合业务能力、个性化业务能力组成的基于领域模型分解的业务能力池。

- 基础业务能力是企业业务的“原子单元”，是企业精细化管理的基础，比如库存管理、物料管理、订单管理、人力管理、财务管理、分销发货、原料采购等，都是不可再拆分的最小业务颗粒。基础服务能力可以被抽象成各种微服务 APP，满足面向不同业务场景的需求。
- 组合业务能力中心是依据制造业“经、管、产”三大业务特点，对基础业务能力中心提供的能力进行统一编排，形成企业新的业务能力，提高业务能力的复用性与支撑企业业务发展的灵活性，比如设计中心、研发中心、用户中心、生产中心、营销中心、商品中心等。
- 个性化业务能力：是针对某些业务域提供的个性化能力支持，如云生产系统、云财务系统、云办公系统等，负责支撑智能网联业务域的个性化。

业务数据域

业务数据域是与上述业务能力中心匹配的业务数据集合。业务数据域的操作需通过业务能力中心，从而保障数据的高度一致性。通过业务中台实现业务及数据的实时、统一、在线是业务中台的核心价值之一。

业务中台技术基础设施

业务中台技术基础设施是对业务中台的业务能力中心、业务数据域、管理机制及标准提供标准技术支撑的技术体系，如分布式服务框架、分布式数据库、分布式消息队列、分布式业务监控等。采用统一的技术基础设施对于业务中台的落地、运维、迭代更新等起到重要的支撑作用。

案例 1: 兖矿采购供应链业务中台

兖矿集团是一家以矿业开采、高端煤化工、现代物流贸易及工程技术服务为主导产业的世界 500 强集团公司。

为优化集团内部资源管理效率，兖矿集团将共享业务中台作为集团数字化转型的战略方向，以供应链转型升级为目标，采用新一代数字技术以及阿里的中台理念，打造涵盖兖矿集团全产业、服务兖矿集团全用户的新一代采购供应链共享服务平台。

基于共享服务中台构建的新一代 SRM 系统（供应商关系管理系统），沉淀包括用户中心、订单中心、价格中心、商品中心、交易中心在内的核心业务能力，并实现与 ERP 等内部系统互联互通，可以充分发挥各自系统的专业优势。

通过一个集团级的共享服务中台，兖矿跨公司、跨部门的所有采购业务都统一归集到 SRM 平台中。所有板块、分子公司需求部门、采购部门、供应商在同一个平台操作处理采购业务，实现集团统一的采购业务管控，供应链高效协同，同时所有数据实现全面沉淀到平台，提供后续的决策支撑。

下一阶段，兖矿集团将构建开放的工业电商平台，通过平台开放兖矿产业资源能力，赋能产业上下游整体的整体数字化转型。

2.5 工业数据中台（IData）- 工业互联网的“数据服务工厂”

数据中台的本质是驱动数据的自由流动，即将正确的数据在正确的时间、以正确的方式、提供给正确的人、并做正确的决策。

制造业数字化转型不只是为了实现制造过程的数字化。通过 5G、AIOT 等最新技术所获取的设备、作业的实时数据还需要延伸到整个价值链中，实现基于产品、用户、服务的全面创新。因此，企业未来的创新必须是站在“上帝视角”的创新 - 从用户视角去看产品的设计研发、从集团视角去看工厂的运营、从供应链视角去看生产排产、从产线视角去看每一台设备的管理。

更多企业意识到，全要素、全链路间的数据协同所带来的系统性优化，其收益要成倍于单点或是局部上的创新。因此，看不见的自动化（数据自动化），决定了未来企业的数据创新力，是制造企业实现全面业务变革的必要条件。工业数据中台的使命就是打破数据之间的隔阂，让数据低成本共享，为数据资产变现打下扎实的基础。

如果用一句话定义工业数据中台，即由数据运营组织管理、以业务为驱动、借助中台技术、对数据进行生产加工，并将数据资产根据业务场景转化为数据服务的一套完整的业务流程体系。

阿里工业数据中台包含四个核心要素：技术工具箱、数据仓储中心、数据加工车间与数据运营组织（见图 7）。



图 7: 阿里工业业务中台大图

*来源: 阿里云研究中心

■ **技术工具箱** – 负责提供数据、算力与算法工具，用精益管理对数据进行统一的加工与制造。技术工具箱第一是为数据的汇聚（实时汇聚，批量汇聚与流式汇聚）提供技术支撑。具体技术负责包括设备数据的信息抽取，例如 SCADA 或 DCS 数据抽取，各类主流数据库的数据抽取，非结构化的文件处理，例如音视频文件等；第二是为数据制造过程提供弹性的、可按需分配，合理调度的强大算力。例如全域数据对象自身的计算，对象之间关系的计算，对象属性和维度的计算，数据安全加密，ETL 过程，常用的数据统计分析等。第三是提供面向不同业务场景的分析与算法模型能力，例如工业参数优化、能耗优化、智能补货、销售预测等。

■ **数据仓储中心** – 对产品从设计、研发、生产、到物流、销售的全生命周期中所有业务主体的描述，构建全域数据模型。模型即可以表达空间结构，诸如离散制造行业中，汽车、机械、高端装备等产品组装的过程，也可以按时间序列（流程制造）描述产品从原材料到成品的转化过程。借助工具箱中的工具，将来自不同业务系统的同类数据按照不同业务维度进行聚合。所构建的数据模型可以在“微粒世界”中，对每一台设备、每一位用户、或是每一件产品进行实时、动态的数字映射。同时，通过全域数据模型，无论是 IT 数据、OT 数据或是两者的集合，都可解耦并重构供前台应用快速编排与调用的 API。

■ **数据加工车间** – 负责数据的制造加工，制造过程由运营组织管理，制造技术由技术工具箱支持。数据加工车间根据不同业务场景的描述，基于全域数据模型，进行跨域数据的关联与分析，以清晰表达企业内部各业务主体之间的相关性，呈现完整的业务价值全景图。数据制造的过程主要包括：

- 1) 全域数据对象自身维度变化的计算过程，例如加热炉在运行过程中参数状态或是在炼钢过程中，铁在脱硫环节发生的变化。
- 2) 根据不断变化的业务逻辑，重新组合跨组织、跨业务流程体系，对不同业务对象之间进行关联分析，例如订单与产线的关联、订单与物料的关联、设备与工艺的关联、用户体验反馈与研发的关联；
- 3) 面向不同维度，将产品数字信息与物理信息相融合，并以可视化的方式呈现，例如各类车间看板与可视化大屏；
- 4) 数据智能计算，例如工艺参数优化、设备的预测性维护，智能排产排程等。

最后，通过将这些映射业务价值的全景数据进行封装，形成统一的数据服务，支撑一线业务的决策。

■ **数据运营组织** – 最好的数据中台永远是在明天，中台建设需根据业务的变化不断迭代与持续投入。围绕中台，需要搭建一个独立的、具有跨学科、跨业务能力的数据运营组织，具备数据持续运营、数据价值挖掘与创造的能力。运营组织需负责制定数据策略、流程、标准、规范以及绩效考核体系来保障数据的一致性、可信性、准确性、安全性以及业务响应的敏捷性，包括全域数据模型的标准和质量管理、控制与调度数据的制造过程，以及必要的数据安全、数据备份、数据双活和灾备等一系列措施。

案例 2：攀钢数据中台

攀钢西昌钢铁是我国的龙头钢铁生产及钒钛加工企业。依托阿里巴巴数据中台能力，攀钢第一个在钢铁行业实现全域数据上云，并通过云端数据融合治理，初步实现企业数据资产化。同时结合阿里数据智能，孵化出炼钢工艺优化、冷轧表检自动判钢、全流程质量追溯等智能化应用。单炼钢工艺优化一项就可以为客户带来每年 1700 万的直接经济价值。

痛点：

攀钢整体信息化水平在行业内比较领先，但是数据分布在各个业务系统中，数据没有打通互联，数据价值没有得到有效挖掘体现，智能化生产程度相对较低，且数据没有一套标准体系管理，核心 KPI 统计不准。

解决方案：

1. 基于阿里云跨多网域数据集成技术，建立统一的数据汇聚上云数据服务，将分散在各业务系统的数据进行有效的管控上云，实时监控增、全量数据上云汇聚任务。
2. 通过 one data 数据建模方法论，构建钢铁行业标准数据体系，并结合阿里 maxcompute 强大的计算能力，形成完整的攀钢数据中台解决方案，在提供准确的报表指标之外，通过实时链接各个生产环节数据，对钢铁全流程质量进行溯源，实现钢铁生产的质量一致性。

3. 基于数据中台汇聚融合，形成有效生产数据指标，同时结合客户、订单、辅料等多域数据，针对脱硫，转炉，精炼，连铸各生产环节，构建一系列炼钢降铁损工艺优化方案，帮助客户实现每吨钢 5 公斤钢铁料消耗的节约。

4. 基于数据中台业务决策引擎，结合冷轧人工判级、客户、生产等全域数据，构建冷轧表检智能判钢解决方案，同时针对不同客户需求构建阿尔法增量判定模型，最终实现带钢自动判级人工复检率 5% 以下，降低人工成本的同时，产品质量稳定性也得到有效提升。

案例 3：德恩精工数据中台

四川德恩精工科技股份有限公司是机械零部件行业的龙头企业。公司基于阿里数据中台能力，搭建自己的工业大数据平台，实现业务和数据的全部上云，打通了销售、生产、研发、库存、物流等原本分隔的 IT 系统，实现企业数据的存储、汇集与共享。

痛点：

德恩系统众多，包括 ERP 系统、PLM 系统、设备实时采集系统、商城系统、MES 系统、MRO 平台、智能设备平台等多达十几套系统。集成、分析、共享海量的孤岛数据严重影响企业决策效率。此外，数据的指数级增长导致资源负载高，让 Oracle 不堪重负，随时有崩溃的风险。

解决方案：

1. 德恩基于数据中台将客户业务系统和分析系统分离，将众多系统不同源数据统一进行数据采集上云，并根据离散企业经营流程特点，制定了统一的数据分层管理标准。把数据统一划分成产品、销售、供应链、生产等 11 大数据域，支撑上层 AI、BI、CI 三大业务板块。

2. 利用大数据技术，对数据进行清洗和计算，极大提升部分报表的计算与打开速度，特别是成本报表计算时间由原来的天级降到了分钟级，报表打开速度也由原来的几十秒降到了几秒，甚至几毫秒。

3. 帮助客户将管理和运营指标量化输出，规范运营，为后期德恩工厂数字化运营奠定基础，比如，客户与订单优先级、生产排程方案关键 KPI 指标得分等。

4. 建立订单全生命周期跟踪体系。订单生命周期内下单、采购、生产、库存、物流、开票、收款、售后等每个环节完成度，准时率，每个员工生产审批效率都进行准实时的计算管理，帮助客户提升其管理效率与风险管控能力。

案例 4：长城汽车数据中台

长城汽车为实现企业数字化转型，由信息部牵头构建集团统一的大数据分析及赋能平台，应用阿里自有大数据中台技术，通过整合、拉通全域数据，开展数据治理，形成长城汽车高效的数据体系，助力数据高效融合，面向集团用户提供海量数据存储及大数据建模分析服务。

基于数据中台构建的新型企业 DT 架构可有效解决过去数据来源、质量难以保证的问题，可以达到快速、低成本的创新业务孵化。通过抽取各业务系统数据至数据中台，将各业务域数据打通，向上支持业务创新应用，真正实现了“一切业务数据化”、“一切数据业务化”。在数据运营及价值层面，通过专业工具及移动互联技术，为决策层、管理层及业务层的决策提供依据。差异化业务分析及敏捷应用，为数据使用者提供一站式的集成开发环境，业务人员无需掌握专业的 IT 开发技术，就能自助式的快速 DIY 自己所需要的数据产品，以达成业务应用与管理模式创新。

基于数据中台，长城汽车快速构建两中心、一平台：

- 构建企业经营分析中心，建设基于企业战略 + 价值链运营的三级指标体系框架，对研发、营销、计划、采购、制造等各领域指标进行深度分析和挖掘，发现过程问题并进行闭环管理；
- 构建数字化工厂运营中心，对生产、物流等供应链各个环节实时监控和预警，为车间管理人员现场决策提供数据支持，助其第一时间发现问题、找到对策，确保生产不停线；
- 构建工业大数据平台，对车辆发动机 / 电池状态数据、车辆使用场景数据、用户驾驶行为、车辆故障信息以及工厂各类设备等数据进行综合分析，实现人机交互、物物交互等万物智联，赋能新制造创新模式。

长城汽车的数据中台将成为企业数字化转型的基础保障与助推器，通过对企业大数据的持续分析与应用，促进各业务由信息化向数字化转型，进而实现企业整体的转型升级。

2.6 工业智能中台 – 沉淀、传承与复用

平台 × (数据 + 算法) 的互联网模式所产生的杠杆效应，可以支撑工业智能应用以十倍速复制，最终撬动整个产业的数智化转型。

“AI 与工业互联网的叠加是工业互联网发展到新阶段的标志，也是工业企业寻求差异竞争的核心能力。”

算力、算法、大数据能力与行业“know-how”的组合所构成的工业智能已经在单点应用上证明其价值创造的能力。工业智能需要从单机智能升级为产线智能、工厂智能、直到全维智能，系统性解决工厂生产运营的不确定性。

阿里工业大脑开放平台，旨在通过一个统一的、标准化的平台完成“数据-模型-应用-控制”间的决策闭环。通过降低数据治理、算法模型、开发工具与行业知识的门槛，帮助行业合作伙伴与行业专家更高效地开发面向不同工业场景的智能应用。

工业大脑开放平台对外已开放数据工厂、算法工厂、AI创作间与API服务总线四大功能（见图8）。

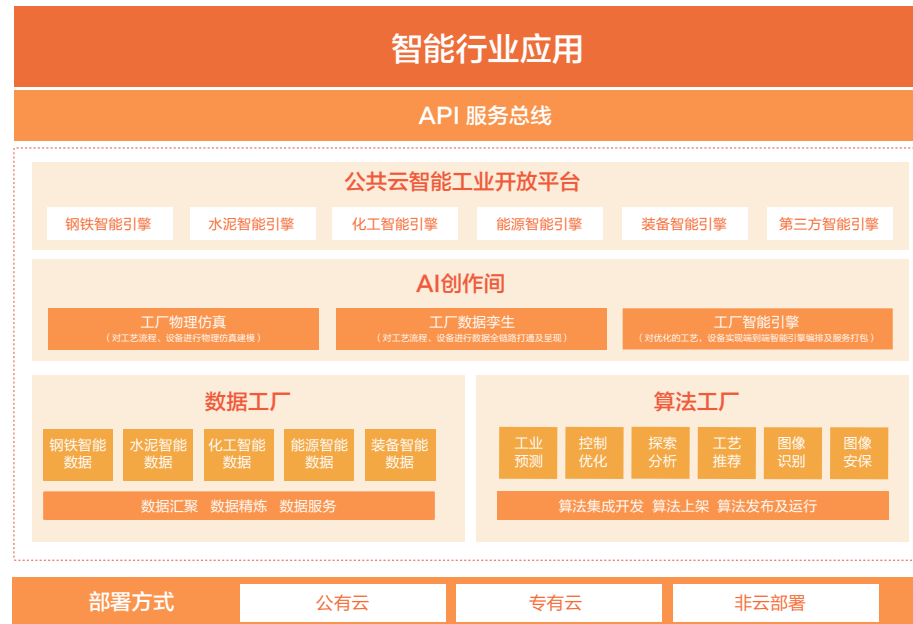


图8: 阿里工业大脑开放平台

*来源: 阿里云研究中心

- 数据工厂 - 负责对工业大数据资产进行一站式管理，让数据采集、接入、清洗、特征提取、上云这些不能够直接产生经济价值，但又占用 80% 精力的工作不再成为工业智能落地的障碍。
- 算法“工厂” - 面向算法开发、算法交付与算法维护工程师。工厂提供一整套算法管理、配置、部署和封装的工具，让算法工程师能够更加专注于算法本身，提高算法模型的开发效率。此外，应用服务合作伙伴可以将自己开发的算法模型上架到算法工厂开放的“算法商店”，进行算法交易与共享。
- AI创作间 - 面向不懂代码的工程师，提供低代码的开发环境。通过可视化的行业知识图谱与行业算法模型工具，将数据与算法“翻译”成业务语言。工程师只要掌握业务过程建模的基本逻辑“，通过“拖、拉、拽”等图形化编程方式，便可开发出面向不同场景的专属工业智能应用。
- API服务总线 - 则是将已经建立的算法模型发布成服务，统一调用，优化一线人员决策。最终目标是通过将智能算法与生产系统想连接，直接对生产设备进行实时、动态的反向控制，打通决策到执行的最后一公里。

目前，阿里工业大脑平台 2.0 已经覆盖了钢铁、水泥、化工、电力、3C、机械等多个行业，集成并开放 3 大行业知识图谱、19 个业务模型、7 个行业数据模型以及 20+ 行业算法模型，被广泛应用到涵盖工艺优化、能耗优化、智能排程、AI 质检、生产资源优化、设备预测维护在内的众多生产场景中，有效降低生产环境中的各种不确定性，做到降本增效。

例如：

- 在水泥行业，东华水泥通过工业大脑平台搭建“综合能耗优化模型”，有效降低熟料生产过程中的能耗。效果：煤耗和电耗下降 2%，每条产线年节省成本约 500 万元。

- 在钢铁行业，工业大脑平台帮助攀钢训练脱硫仿真模型与参数寻优模型，优化脱硫环节工艺，在保证脱硫效果的前提下，推荐最小的脱硫剂加入量，降低脱硫环节的铁损。通过优化的参数推荐，每生产一吨钢可以节省一公斤铁，一年的成本节省达到 1700 万元。
- 在化工行业，六国化工基于工业大脑平台建立磷转化率预测模型，优化磷酸萃取率。萃取率从最初的 95% 提高到 96.2%，每年可以带来 1000 万左右的收益
- 在光伏行业，浙江正泰新能源借助工业大脑平台提升电池片质检效率。优化的 AI 算法，识别准确度达到 97% 以上，超过了人眼识别的水平，且效率提升一倍。

钉钉移动协同平台

— 推动一场组织管理变革的转基因工程

工业互联网带来的最大影响是对企业组织边界的拓展与重构。组织、员工、合作伙伴、用户间的协同方式由于工业互联网的规模、广度与复杂程度，需要建立在一个更为扁平化、去中心化、网络化的“业态组织”之上，才能让决策效率与响应速度达到最优，同时激活个体价值，最终实现和外部环境变化的同步。而技术作为一种组织语言，能够高效集合无数成员与资源，进而演进而为“大系统”，重构组织的分工与协同体系。

钉钉移动开放协同平台带来的启示是，需要从需求、场景、角色等方面，快速响应组织不断变化的需求，通过加强协同管理，达到组织的系统效率最优。钉钉开放平台，一是基于阿里数字中台之上，提供一个从封闭技术系统向开放技术系统演进的新平台；二是推动企业从内部资源优化向产业链协同优化演进的新物种；三是构建了一个从基于 PC 端业务系统向移动端转型的新载体，从而有效支撑组织在线、沟通在线、协同在线、业务在线与生态在线。

钉钉开放平台对组织与工作方式变革起到四个关键推动作用：

从组织边界来看，推动组织从封闭走向开放

智能组织最大的特征是对外部环境的变化做出实时的响应。钉钉更容易实现企业内部跨部门、跨地域，企业跟供应商、销售商、合作伙伴、客户之间的协同。基于这样的云平台的技术架构体系，它正把一个封闭的、刚性组织架构迁移到一个开放的、去中心化的架构体系中。

以老板电器为例，公司利用钉钉打通零售端和制造端，打破了各种软件混杂、各类数据杂糅的困境，推动了 C2M 新制造体系建设的进程。现在通过钉钉，老板电器实现了销售、生产、财务等各种数据的集中呈现、实时更新，管理人员可以根据销售情况实时调整生产、仓储、物流安排，对生产销售链条进行动态优化。

从组织组建来看，推动从它组织走向自组织

今天，组织如何自发地创造价值又能帮助他人创造价值，是衡量一家企业创新活力的重要标志。钉钉为一个企业在全产业链、全场景的复杂网络中，如何便捷、高效地创建、运营、管理好一个组织提供了一套全新的技术支撑和运营体系。

以设计机构洛可可打造的洛客平台为例，设计师、品牌与社群用户通过平台上的洛钉钉，精准匹配到设计师和社群用户，解决消费端的个性化诉求。洛客平台上已有近 4 万名注册设计师、百万用户以及 3 千家合作品牌。面对庞大的生态，通过洛钉钉，从设计到研发，原来 3 个月的平均交付周期缩短到 30 天。

从组织流程来看，推动组织从静态线性协同走向动态网络协同

钉钉为一个企业搭建了一个大中台、小前台的架构体系，基于以人为本的设计理念，打破了传统基于流程的模式，构建基于任务导向、场景导向的多主体实时、在线协作模式，推进组织之间的协作从串联走向并联，加快传统组织架构向“大中台 + 小前端”的演进。

以老板电器为例，公司从管理层开始试行写钉钉日志，并推行到整个公司。日志内容不再是公文式的工作汇报，而是记录下大家的点滴思考。在各种观点碰撞的过程中，不仅同事之间了解彼此工作进展，拓展了探讨内容。拓展组织边界的同时，更实现了整个集团思想上的统一与共同治理。

从工作方式来看，推动工作的数字空间与物理空间融合

数字工厂、IT/OT 融合、数字孪生等一系列围绕工业互联网形成的新制造理念都诠释了线上 / 线下协同为生产运营带来的价值。钉钉作为理想的移动化介质，可以连接数字与物理两个平行世界，用时间换空间，拉近人与人、人与机器、机器与机器间的距离，打造无缝的“社交工厂”，让决策来的更高效、更精准。

以中国 500 强制造企业东方希望为例，传统情况下工厂生产管控需要线下紧盯操作台及巡检。而通过钉钉平台上开发的钉钉微应用，包括 MES 系统、设备管理系统、故障维修系统、工单管理系统，生产相关负责人可以线上查看生产数据、生产指标等，并线下进行故障处理，工作空间由此得以延伸，工作效率也大幅提高。

鸿达电机在疫情期间，利用钉钉开发的小程序做到了对整个工厂 200 台加工设备、线切割机的消杀管理。车间、设备负责人通过扫描设备上的二维码，获取设备消杀信息，可实时了解整体设备、生产区域的消毒情况，并实时汇总、上报，线上审批，工作效率大幅提升。

C2M 模式

推动“以人为本”的工业互联网建设

过去十年，数字技术的应用，大都发生在销售端、营销端和消费者端。然而随着消费者主权崛起，用户希望参与到价值创造的全过程，价值再也不是由企业单独创造。一旦企业将业务聚焦于同客户的直接互动，所有的商业要素都需要进行大规模重构，以支持按需研发、按需制造、按需供应链以及按需营销，这种模式被称之为 C2M 模式。

C2M 模式有利于推动消费端数据注入到供给侧，帮助制造企业实现以销定产，同时将阿里围绕消费端建立的商业操作系统与数字能力平移给后者，推动工业互联网平台横向与纵深发展，最终实现消费端数智化与供给端数字化的双轮驱动，赋能制造企业全面的数字化转型（见图 9）。



图 9: 工业互联网与消费互联网双轮驱动

* 来源: 阿里云研究院

C2M 有助工业 APP 的培育与实施

C2M 模式可有效带动包括下游零售商、批发商、经销商到工厂端，再到上游供应商在内的供应链各类主体间的协同，不断拓展供应链数据资源整合、分析与应用能力，并基于供应链丰富的场景需求，推动智慧物流、销售预测、精准营销、库存管理、智能排产、设备 / 产品预测性维护等 SaaS 化、APP 化解决方案的培育与实施，加快推进以数据为驱动的供应链资源优化配置。例如：钉钉移动协同平台为新希望、老板电器、远大科技、长城汽车等众多制造企业开发了多款移动应用，例如：销售预测系统、MES 系统、设备管理系统、故障维修系统、工单管理系统，以提升产业链上下游以及组织内部的协同效率。目前，阿里工业 APP 市场已对外开发 300 多款工业 APP 应用，覆盖包括供应链、设备管理、排产、供应商管理在内的产品全生命周期管理。

C2M 有助数据闭环的打通

C2M 模式可有效带动供应链各类主体接入以及消费端与生产端的数据打通，驱动研发、设计、制造、销售及售后的协同效率，以确保企业运营以及价值链各主体保持灵活，迅速响应。例如：上汽大通基于混合云架构搭建的 C2M 协同研发平台可实现汽车全价值链数字化在线直联。当前，上汽 C2B 研发平台已打通完整汽车链条，包括车型定义、设计开发、汽车验证、自由选配、用户定价、反馈改进 6 大环节。用户可以参与上汽大通 D90 多达 60 个节点的开发，包括钥匙、个性化徽章、娱乐大屏、座椅等多项具体零部件。

C2M 有助推动泛工业互联网平台生态体系构建

例如：广东安家乐电器制造有限公司加入阿里天天特卖 C2M 计划，通过“厂销通”系统接入到阿里经济体的整体资源，包括数据资源、金融资源、物流资源与科技资源：

- **平台侧**，通过将“厂销通”系统与工业互联网平台对接，客户可以实时查看从备料开始到生产结束入库各环节的进度和数据，实现产销协同。通过销量预测，调整备货结构提高周转效率。综合利润率最高可以提高 60% 以上。
- **数据侧**，“厂销通”以聚划算的消费者洞察为基础，淘系平台的数据资源将被全面导入制造业商家。通过大数据帮助分析电煮锅的消费情况。从用户关键词搜索、同类产品评价等维度，了解消费者对于煎炒功能、不粘涂层以及把手的设计，电源线长度等需求，帮助商家进行更高效的选款、测款、设计和销售。
- **金融侧**，中小制造企业通过蚂蚁金服获得低折扣小微贷款。蚂蚁的网商银行根据“工厂画像”训练的智能贷款模型，可以动态计算借款额度和利率，并自动发放贷款。
- **物流侧**，“厂销通”系统引入菜鸟网络的能力，在产业带集中的地区建产业带仓，借助数字化技术和优化配送链路，为 C2M 工厂提供便宜、可靠的仓储物流服务。

C2M 有助推动新技术、新模式、新业态与新产业的落地

C2M 为新技术、新模式、新业态在制造业的落地创造了更为丰富的应用场景与经济效益。例如：蚂蚁区块链技术应用于产业金融，推动供应链产融协作平台网络的建设，帮助链上制造企业降低供应链成本，享受到低价融资服务；中国化工集团打造的行业级化工销售电商平台，采用企业级互联网架构，构建一个服务大型石油公司、批发贸易商、加油站、化工生产企业、终端用户、仓储物流企业等化工全产业链的数字化生态新体系，为全产业链客户及贸易商提供便捷、安全的电子交易服务；阿里 B2B 工业电商平台 1688 通过与供给端以及需求端的数据打通，帮助化工企业巴斯夫实时了解中小手套生产企业的反馈，进而反哺新产品的研发。

“1+N” 模式

推动“以人为本”的工业互联网建设



中国的区域经济、块状经济、多元化的产业结构以及大量产业集群等特征决定了众多跨区域、跨行业的工业互联网平台将会长期并存。如果从平台间关系来看平台的发展，可以大致分为三个阶段（见图 10）。

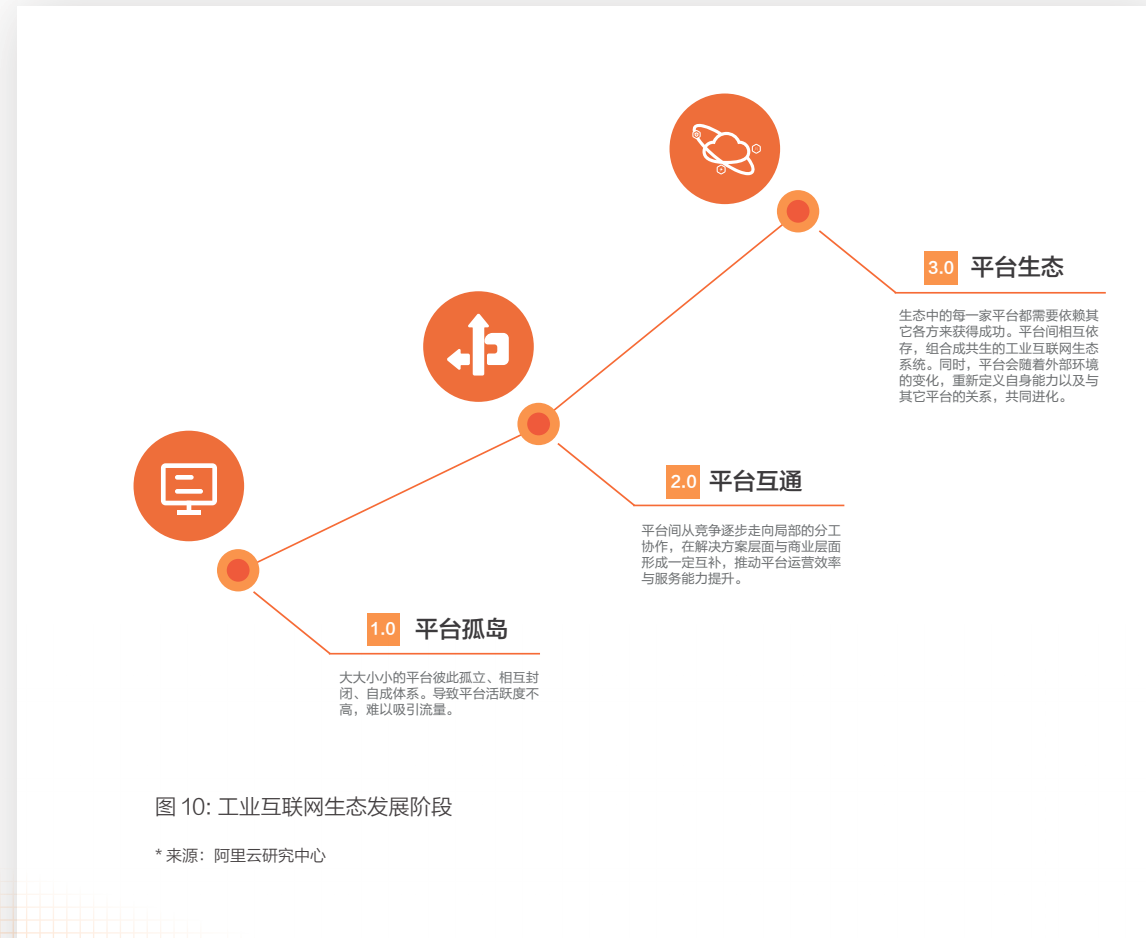


图 10: 工业互联网生态发展阶段

* 来源: 阿里云研究中心

- 1.0 阶段是平台孤岛：大大小小的平台彼此孤立、相互封闭、自成体系。导致平台活跃度不高，难以吸引流量。
- 2.0 阶段是平台互通：平台间从竞争逐步走向局部的分工协作，在解决方案层面与商业层面形成一定互补，推动平台运营效率与服务能力提升。
- 3.0 阶段三平台生态：生态中的每一家平台都需要依赖其它各方来获得成功。平台间相互依存，组合成共生的工业互联网生态系统。同时，平台会随着外部环境的变化，重新定义自身能力以及与其它平台的关系，共同进化。

随着工业互联网发展进入到深水区，众多平台纷纷步入到 3.0 阶段，工业互联网新的分工与协同体系的雏形逐渐形成。顺应这一趋势，阿里摸索出一条“1+N”的工业互联网平台模式，既联合行业龙头企业、垂直行业服务商，打造一个横向的、跨平台的基础能力共享中台，服务 N 个区域级、行业级、企业级的工业互联网平台，推动数字产业化与产业数字化的双螺旋发展（见图 11）。

技术共享中台

提供云计算、云存储、IoT、AI、双中台、安全等平台核心能力。同时，N 个前端平台的知识、经验、服务、最佳实践可以沉淀到中台，方便抽象成更多通用算法模型、数据模型与机理模型，更好赋能前端业务应用的规模化开发。

数据共享中台

打破平台间数据融通的壁垒，在保障数据安全、可信的前提下，推动数据跨平台开放与共享。数据共享中台定位数据交易广场，可以接入包括消费数据、电商数据、金融数据、物流数据等第三方数据，同时各个平台也可通过数据广场彼此开放数据。通过跨产业、跨价值链、跨维度的数据交叉，提高平台的数据创新力。

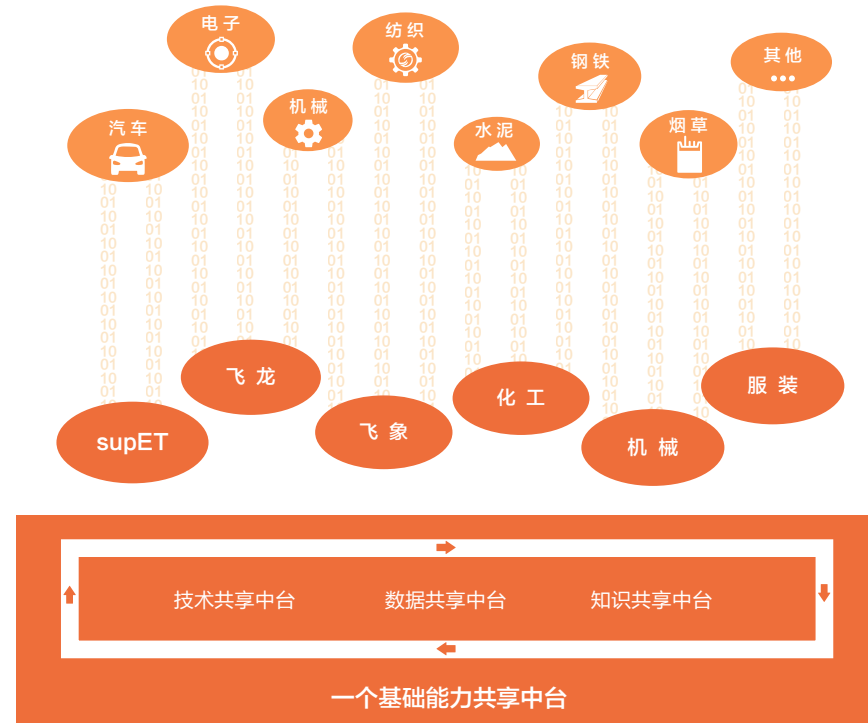


图 11: “1+N” 模式提供的三个“横向”能力

* 来源：阿里云研究中心

知识共享中台

通过知识共享中台，打破传统知识传播、交易的壁垒。N 个区域 / 行业平台可以将知识以 SaaS 化、APP 化的方式进行分发与交易，提升知识的商业变现能力；同时，前端垂直平台依托中台，可引入更多跨界资源、经验与最佳实践，将其它平台的知识化为己用，升级、迭代自身平台能力。

5.1 打造区域工业互联网生态链的“点、线、面、体”

地方政府在区域工业互联网的推进过程中，起到关键性的作用，无论是在政策扶持、企业培训、树立标杆还是在配套资源、平台运营等方面。如何充分发挥政府力量与市场力量结合的优势，决定了未来工业互联网发展的可持续性。

区域工业互联网平台发展的关键在于两个可持续 - 用户价值的可持续与成本效率的可持续。打造一个能够自我造血的区域工业互联网“生态链”是实现可持续发展的基础。生态链中的每一方都需要依赖其他各方来获得成功，并共同推动生态走向繁荣。

区域级工业互联网平台作为“面”，可以充分释放在技术、资源、链接以及运营上的能力，赋能“线”（产业级平台）的增长，并凭借“线”在垂直领域的专业能力，共同服务好“点”（企业级平台）。同时，“线”与“点”的增长也会反哺“面”的不断扩张，由此形成一个自循环的生态系统（见图 12）。

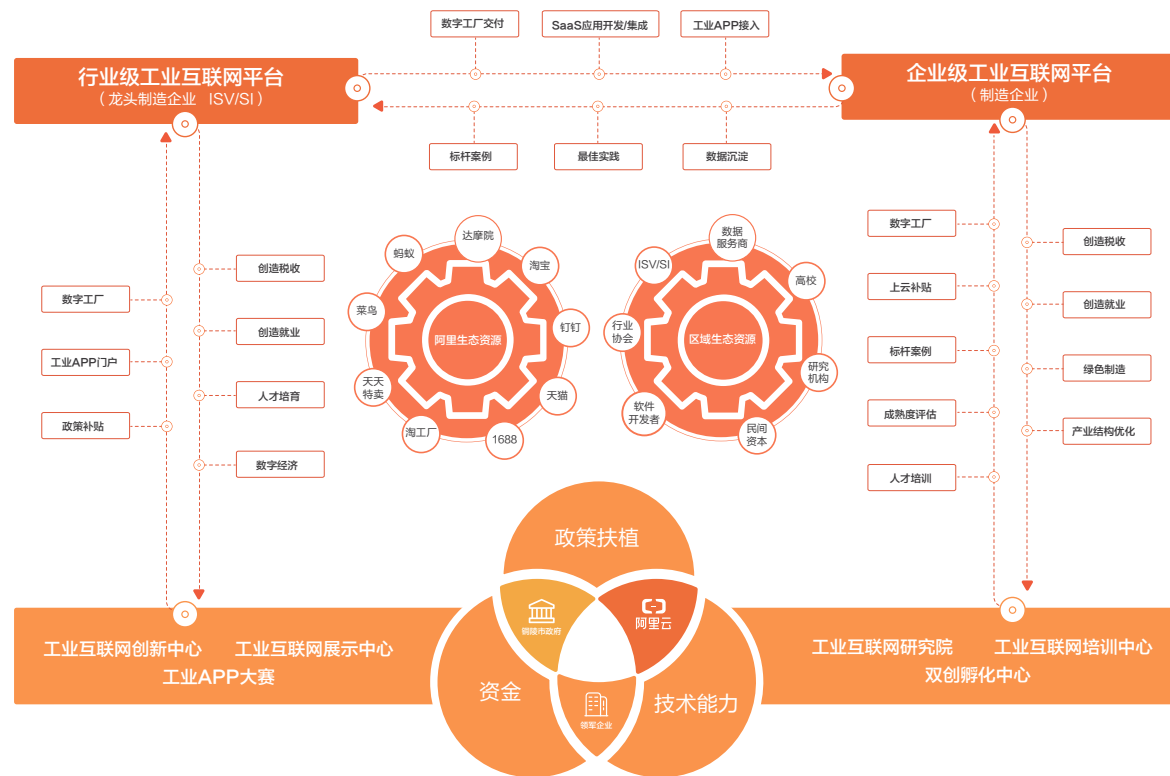


图 12: 区域工业互联网生态链

* 来源: 阿里云研究中心

继“1+N”工业互联网平台模式推出以来，阿里相继在浙江、广东、重庆、安徽等地落地区域级的工业互联网平台，成为推动地方数字经济发展与制造业转型升级的利器（见图13）。



图 13: 阿里全国工业互联网平台布局

* 来源: 阿里云研究中心

浙江 supET 工业互联网平台

supET 工业互联网平台 2018 年由阿里云、浙江中控、之江实验室合作打造。平台落地杭州，辐射整个长三角地区工业企业。

阿里云负责平台技术及产品架构，提供领先的云计算能力、工业大数据模型和算法，以及丰富的生态协同创新模式。浙江中控提供流程制造工业自动化、智能制造的专业技术能力和丰富的工业场景。之江实验室则是结合其在工业领域的科研能力，为平台提供基础科研技术支撑。

去年 11 月，supET 平台获选第五届乌镇世界互联网大会领先科技成果，并于今年入选了国家十大双跨工业互联网平台（见图 14）。



图 14: supET 平台发展历程

* 来源: 阿里云研究中心

supET 平台围绕石油化工、汽车制造、电子制造、船舶修造、纺织服装、工程机械、供应链物流等领域，培育一批具有引领作用的行业级工业互联网平台；面向毛衫、袜业、轴承、螺杆等块状经济产业集聚区，培育一批具有地方特色的区域级工业互联网平台；围绕龙头企业上下游产业链生态圈数字化、网络化、智能化发展需求，培育一批具有市场竞争力的企业级工业互联网平台。

目前，supET 平台已经建设 10 个垂直行业级平台，分别覆盖了纺织服装行业、加工、食品饮料、纺织印染、家电、电子等行业，接入离散工业设备约 14 万台、流程行业成套设备 2.5 万套，提供云化通用软件 700 多款、高价值工业应用软件 30 多款，托管工业 APP 400 个，打造近 20 万人的物联网开发者社区。

重庆飞象工业互联网平台

飞象工业互联网平台是由工信部赛迪研究院、阿里云与重庆市南岸区政府三方共同建立。飞象以工业互联网为技术核心，平台结合生态，提供跨行业跨领域的一站式智能制造解决方案（见图 15）。



图 15: 重庆飞象工业互联网平台

* 来源：阿里云研究中心

飞象平台计划 3 年内接入 100 万工业设备，助力重庆 4000 家制造企业实现“智造”。

广东飞龙工业互联网平台

粤港澳大湾区是制造产业集群的聚集地，家居、注塑、模具、灯饰、家电、塑胶制品等产业规模全国居首，其中，中小企业为代表的制造企业占比高达 80% 以上。

为推动制造业高质量发展、促进中小企业数字化转型，2017 年，阿里将全国工业云总部设于广州，隔年在 2018 年广东云栖大会上，宣布携手广东省政府打造立足广东，辐射粤港澳大湾区的飞龙工业互联网平台。飞龙工业互联网平台融合了阿里云计算、物联网、人工智能等前沿技术能力，并集合淘宝天天特卖、天猫、蚂蚁金服、钉钉等生态资源，帮助工业企业在云端构建横跨供、研、产、销全链路工业大数据平台。

广东飞龙平台配合广东省工信厅，对集群企业“上云上平台”，在省“上云上平台”服务券奖补政策中予以优先支持。对运用工业互联网平台实现内外产业协同的标杆企业，在省工信工业互联网处产业集群数字化政策资金中予以重点支持。当前，阿里云飞龙工业互联网已经接入 300 家工业软件服务商和 500 家工业硬件及设备服务商，借助平台沉淀了 200 多款的工业 SaaS 解决方案，接入超过 300 家标杆示范工厂。

安徽铜陵工业互联网平台

铜陵市是中国传统的老工业城市，工业化率达 60.3%。2018 年，铜陵市政府与阿里云公司在“杭州云栖大会”上，联合发布“铜陵工业大脑”。2019 年，铜陵市政府、阿里云、安徽长江大数据科技股份有限公司以及浩鲸科技在云栖大会上联合发布长江云工业互联网平台，这也是全国首个城市级的工业大脑开放平台。平台构建于阿里云飞天云计算操作系统和工业大脑技术底座之上，采用达摩院数据智能技术，建设“2+3”工程，即两个平台（企业服务云平台、工业互联网平台）、三个行业云（有色云、化工云、工业园区云），提供多领域、多场景、多垂直行业的综合服务（见图 16）。



图 16: 安徽铜陵工业互联网平台

* 来源：阿里云研究中心

目前铜陵“工业大脑”的第一批试点示范工作全面铺开，覆盖有色、化工、钢铁、水泥、电力、电子信息等所有重点行业。项目不仅有工业大数据单个应用项目，提升企业效益，也有企业的整体数字化转型，建设智能工厂，还有基于大量企业的数据与模型，沉淀共性应用，打造行业级、区域级的工业互联网平台。

在六国化工试点中，利用智能算法模型将磷酸萃取率最高提升 1.2 个百分点，远超项目预期。粉尘排放量每年将降低 3.12 吨，氨气排放量降低 28.43 吨。取得环保效益的同时，还为企业带来上千万元的直接经济效益。

案例 5: 浙江蓝宝石仪表科技有限公司

浙江蓝宝石仪表科技有限公司创立于 1994 年，是一家集燃气表研发、生产、销售为一体的现代企业，在国内外燃气业具有极高的声誉及影响力。2018 年，公司与阿里云重庆飞象平台共同打造仪表行业的工业互联网平台，基于标识解析对生产制造环节和产品品质进行全生命周期管控。通过工业 IoT 中台完成整个设备标识的分发，建立严格的管控流程，保证只有合法的服务、合法的设备、合法的厂商才能分发到合法的标识。基于设备标识分发管理服务，可以提供标识的注册和发行能力。通过该注册发行系统，平台运营者可以有效的管控物联网设备的检测认证、生产、发布、上线、运营的全生命周期管控。

案例 6: 广州碳兴科技 – 按需定制、协同生产

广州碳兴科技有限公司是一个做吉他定制，碳纤维吉他制造的公司，通过研究新材料技术（碳纤维材料技术），掌握吉他注塑成型的核心工艺。碳兴科技通过接入工业互联网平台连接各大注塑工厂。当吉他品牌客户提出产品需求后，碳兴科技的工业设计团队负责外观设计、模流分析，和模具设计，并将相关订单信息通过工业互联网平台分派给注塑工厂，同时通过平台了解设备、材料、模具、生产效能等全方位信息。根据不同工厂的产能情况，实时“分配”订单，做工序协同。同时这些生产过程的状态，吉他品牌客户也可以实时监测，并根据模具上的定位系统，实时查看模具的位置，防止模具被仿制。这种平台协同生产方式彻底改变了一个工人一天只能做 2 把吉他的传统效率，现在一个工人一台注塑机，一天可以生产 1000 把吉他。

案例 7: 广东横店东磁 – 磁性材料行业工业互联网平台

横店东磁是全球最大的永磁铁氧体生产企业和全球最大的软磁材料制造企业。2019 年年初，东磁选择与阿里重庆飞象合作，共同构建磁性材料行业工业互联网平台。平台主要针对磁性材料产业集群，梳理和建立面向磁性材料行业的统一的物联标准及业务数据标准。

在一期中，东磁利用阿里巴巴工业 IoT 技术进行工厂各种设备数据的采集，在云端构建工业通用数据中台和业务中台，并利用数据中台对工业大数据进行加工分析，形成算法优化结果，进而通过工业 IoT 技术反馈到工厂设备，优化生产过程。

平台主要由阿里云边缘网关、工业物联网平台、大数据分析工具以及工业互联网应用多个部分组成。边缘网关通过 Link IoT Edge 的驱动协议进行设备的接入，利用流式计算来进行数据的清洗，利用函数计算来整合、处理和上传数据。采集到边缘网关的数据，通过安全加密通道，传输到工业物联网平台上，形成磁性行业设备的数据标准，提升生产管理效能 30% 以上。

在二期规划中，平台将进一步深化工业互联网平台的能力，拓展包括数据建模分析、供应链等能力，并且将第一期沉淀的通用应用，通过磁性材料行业级工业互联网平台，复制到其他工厂和车间。通过供应链、共享设备运维等应用，打通企业产业链上下游，形成产业协同。

案例 8：重庆瑞方渝美 – 汽车压铸零配件制造的数字化转型

重庆是中国老工业基地之一，也是中国第一大汽车生产基地，每年生产制造的汽车在全国占比约为 11%，每 9 辆车中就有 1 辆是“重庆造”。

座落于重庆市南岸区的瑞方渝美压铸有限公司，是一家生产汽车压铸零部件的传统制造企业。2 万平厂房，400 余员工，年综合产能 16000 吨的铝合金铸件，产值达 3.5 亿元。

2018 年 5 月，瑞方渝美与阿里云重庆飞象工业互联网平台合作，联合推动企业内部的智能化、数字化改造。

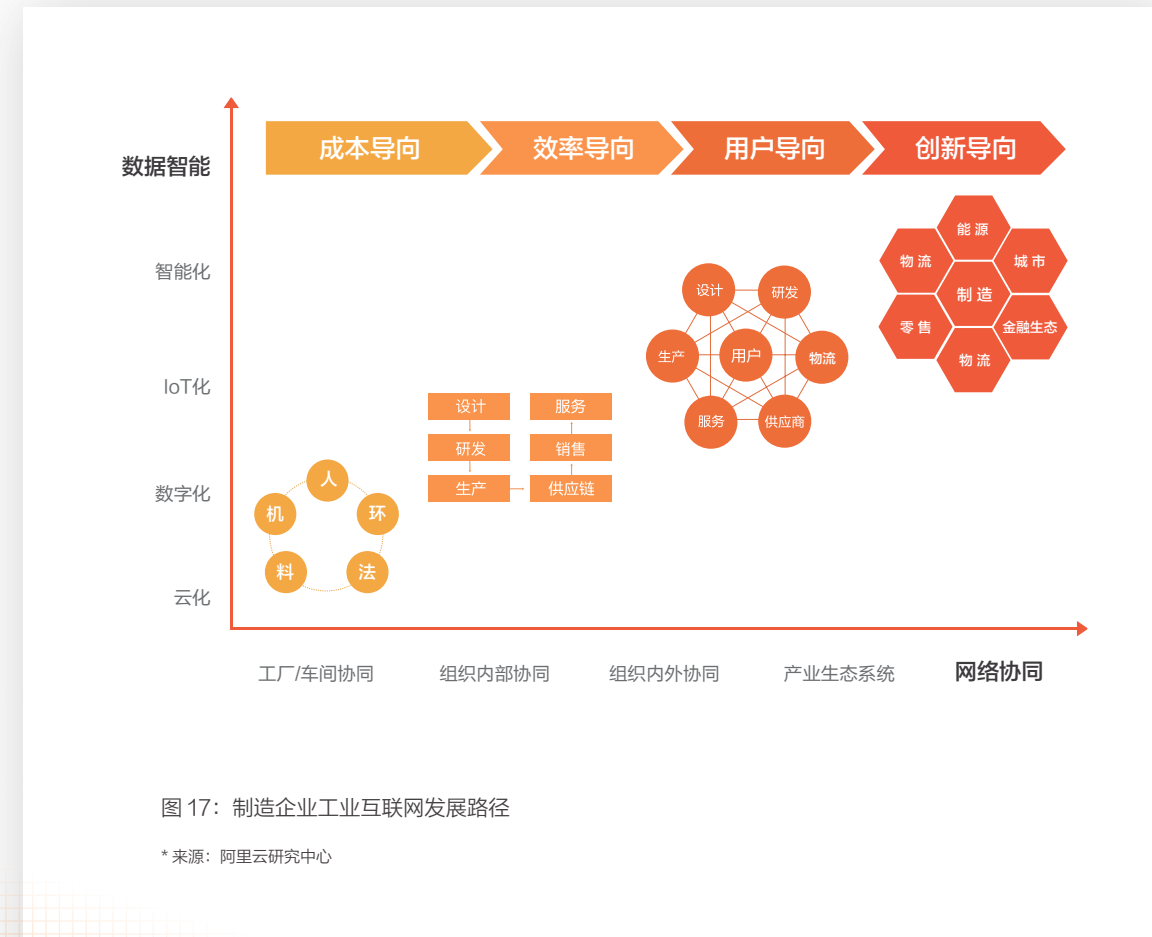
- 运用物联网技术结合信息化手段，对生产参数进行数据收集，并汇集到平台上，按需订制数字工厂的解决方案。

- 运用物联网技术结合信息化手段，对生产参数进行数据收集，并汇集到平台上，按需订制数字工厂的解决方案。
- 为打破各个生产数据间的信息孤岛，瑞方渝美通过平台引入生产过程智能管理系统。通过系统实时看到生产计划的发布，并可借助移动终端对生产进度进行实时追踪。
- 通过平台接入第三方工业应用，摆脱传统人工信息统计的方式，减少现场纸质表单的传递，同时减少人员点检、统计信息时间成本及纸张等能源成本，提高工作效率的同时，减少人力成本。

基于飞象平台，零件交付时间缩短了 20% 以上，品质提升 5% 以上，综合成本节省 8% 以上。

工业互联网 发展路径探索

工业互联网是推动制造业数字化转型的利器，帮助企业获取高效网络化协同能力以及基于数据的智能化决策能力。依托数据智能与网络协同的双螺旋，达到运营的持续优化、业务的创新以及资产价值的最大化。该转型过程可以大致分为四个进阶（见图 17）。



阶段一：工厂 / 车间互联（成本导向）

工厂 / 车间内部生产运营的局部云化与数字化往往成为制造企业，尤其是广大中小企业数字化转型尝试的第一站。工厂数字化改造的迫切性与传统信息化手段的高成本之间的矛盾，驱动企业的生产运营纷纷转向工业云平台。通过局部的工业设备云化、工业应用的云化，可以帮助快速打造一个入门级的“数字孪生”工厂。制造企业按照时间、人、使用频次订阅工业云服务，仅用传统工厂数字化改造 1/5 分之一的时间与成本，便可连通工厂内部的人、机、物，有效提升工厂 / 车间的可视化运营效率，优化决策。

阶段二：组织内部协同（效率导向）

依托互联网化架构（例如：数据中台、业务中台），打穿传统架构造成的企业内部数据孤岛与业务孤岛。包括产品设计、生产工艺、库存管理、生产执行、订单管理在内的所有环节都可以打通，帮助企业将有能力站在全局的角度优化企业决策。在数据自动化与智能化驱动下，一线业务的实时决策逐步替代管理层的经验决策，并支撑企业由线性、静态协同向网状、动态协同转变。

同时，随着云、边、端一体化协同的深入，数据得以快速双向流动并形成反馈闭环。企业将更有信心尝试数据智能在多个工业场景上的应用，逐步将其作用到核心业务，并赋予机器更多的认知能力，辅助人来决策。

阶段三：组织外部协同（用户导向）

该阶段，平台构建的“价值网络”，替代传统“价值链”模式。无论是 2B 还是 2C 的制造企业，都渴望通过平台的方式获得更为开放的协作能力，不仅是组织内部的协同能力，更渴望打通上下游供应链、销售链，加快构建大数据支撑、网络化共享、智慧化协作的上下游全产业链体系。企业将更加依赖工业互联网平台，

以实现设计在线、研发在线、生产在线、用户在线、服务在线与消费在线，以及内外部业务间的直链。届时，全局的数据智能将提升组织的整体运行效率，所有环节间的交互都是以网状的方式推进、所有业务决策都是围绕用户洞察出发、所有生产活动都可以柔性化、所有产品与服务都可以满足“个体”的需求。

阶段四：产业生态融合（创新导向）

更多垂直行业的领军者将其所在行业的复杂性、知识的不对称性转化为自身的竞争优势，并从中受益。一方面，企业将多年累积的知识、经验、资源以及数据资产以数字化、云化、平台化的方式开放给上下游企业，或是跨行业用户，让知识与数据资产以规模化的方式变现。另一面，通过构建跨平台、跨产业的生态体系，形成更大维度的交叉与协同，创造新商业模式与新业态，例如工业电商平台、供应链金融，移动出行服务、工业大数据交易平台等。

届时，人工智能、区块链等新一代平台型数字技术将成为工业互联网创新的“数字神经中枢”，推动制造业进入到全面“业态化”的发展状态。

未来展望： 大交叉、大融合与大协同

如布莱恩·阿瑟在《技术的本质》一书中所表达的，技术具有生物属性，像生物一样进化，在进化过程中同样存在相当的不确定性。工业互联网平台作为技术与知识的集大成者，亦是如此。平台的进化没有明确的顺序、也难以事先预知哪些现象会被捕获与利用，技术的组合与进化更是存在偶然性。因此，在这一轮由工业互联网引领的产业变革中，实践与理论相比，显得尤为重要。

未来十年或是更长时间，工业互联网平台可能依然处在探索期与安装期，但可以确定的是，未来十年一定是一场大交叉、大融合与大协同的盛宴。技术、科学、产业、区域经济、社会间的高度交叉带给工业互联网的是更大范围的“乱”与“混”。在“混乱”与不确定性中，将涌现出更多新模式、新业态、新现象与新的价值创造方式。

- **普惠化** – 工业互联网的部署成本(人力、时间与风险成本)与收益将在未来的3-5年迎来拐点。平台正在做好全行业、全价值链、全要素赋能的准备。广大中小制造企业会将最终成为主要受益者。
- **智能化** – 数据智能服务再不是平台厂商的一个选项，而是不可或缺的能力。围绕数据、模型、算法、应用到最终决策执行的端到端数据服务能力将构筑平台厂商的新的“护城河”。
- **区域化** – 区域工业互联网平台崛起。未来头部区域、带有明显产业集群效应的区域，其工业互联网平台的规模与增速将超过半数全国布局的平台。
- **去边界化** – 面向未来的创新将不会来自现有的解决方案与所服务的行业/场景，而是源自更大范围连接与客户交互。平台的边界广度与跨界整合能力决定了协同效应的规模，以及创造工业互联网“新物种”的能力。
- **去中心化** – 未来五年，工业互联网平台数量将以每年30%的速度增长。平台间会形成局部竞争，但更多的价值创造来自于平台间的协作。共生、共赢将会成为未来工业互联网发展的主基调。
- **社群化** – 更多平台厂商将开启“淘宝模式”，将平台打造成一个开放的“社交场所”。平台上的买家、卖家、服务商等众多参与者借助平台提供的工具，自行交互，创造巨大的双边网络效应。

工业互联网是一场没有终点的旅行，阿里希望与业界同仁携手，共同迎接一个更加开放、协同的工业互联网经济体时代的到来。

联系我们

宿宸

阿里云研究与战略咨询部总经理
suchen.cs@alibaba-inc.com

刘松

阿里巴巴集团副总裁
song.ls@alibaba-inc.com

阿里云研究中心简介

作为整个阿里云智能的研究机构，成立于 2016 年的阿里云研究中心，一直致力于用科技探索“新商业”边界。

研究领域主要包括两个方向：一方面涵盖云计算、人工智能、区块链、大数据、物联网、量子计算等前沿科技的演变趋势及产业应用；同时，更进一步积极探索在前沿科技的推动下，零售、数字政务和智慧城市、金融、制造、能源等产业的数智化转型路径及商业实践。

过去三年，阿里云研究中心一共产出了上百个数字化转型行业灯塔案例、数十份行业前瞻分析报告、几十门的在线课程，还通过首席增长官 CXO 平台、微咨询等产品和服务形态，为上百家政企机构提供了数字化转型的战略陪伴服务。

除了与阿里巴巴集团整个生态的研究力量紧密合作，阿里云研究中心还依托扎实的研究成果，与几十家国内外顶尖商学院、咨询公司、智库机构，和 130 多家行业协会、生态合作伙伴展开深入立体的交流合作，共同探讨产业数字化转型的方法论，为走在转型路上的企业高管带来思考和启发。