

数字经济系列报告之四

解构与重组：开启智能经济

2019年1月



从 1 到 0

解构与重组：开启智能经济

智能
经济

使用数据 + 算法 + 算力的决策机制解决不确定性的经济系统

- 从万物互联到万物智能



- 从标签人生到微粒人生



- 从刚性组织到液态组织

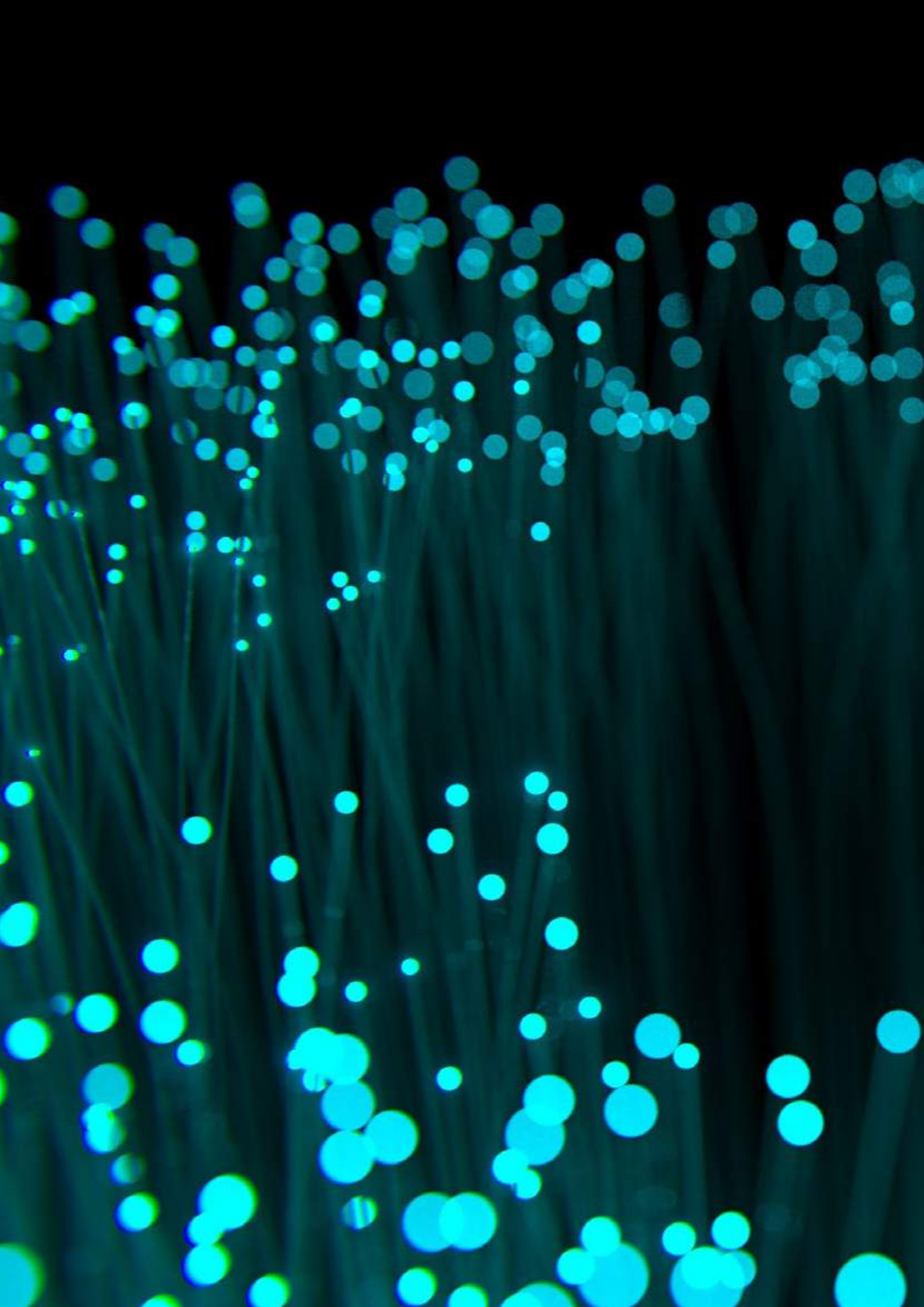


- 从产业链到协同生态



- 从物理世界到孪生世界





目录

一、下一个10年：智能经济的浮现	03
从智能商业到智能经济	03
智能经济新图景	04
智能经济是人类认识世界方法论的一次革命	05
二、从万物互联到万物智能	09
网络、终端、应用创新浪潮叠加启动新经济	09
新一轮三浪叠加开启万物智能时代	10
三、从标签人生到微粒人生	15
农业经济和工业经济的标签人生	15
智能经济的微粒人生	16
四、从刚性组织到液态组织	19
刚性组织的困境	19
打破边界，建立液态组织	19
五、从产业链到协同生态	25
碳基生态与硅基生态	25
协同共赢——硅基生态新密码	26
六、从物理世界到孪生世界	31
数字孪生再造制造	31
数字孪生再造世界	31
七、展望 2030	39



第一章

下一个 10 年：智能经济的浮现

- 工业革命以前，人类认识世界的方法论处在初级阶段，占卜和宗教是人类应对不确定性的重要依据。工业革命带来了一场革命，基于理论推理、实验验证、模拟择优的科学极大地减少了人类面临的不确定性，为人类带来了百余年的繁荣。智能经济是使用“数据 + 算法 + 算力”的决策机制去应对不确定性的一种经济形态。产品、个体、组织、产业、世界都将完成微粒化的解构和智能化的重组。

一、下一个 10 年：智能经济的浮现

自上世纪 90 年代中期到现在，互联网的商业化之路已经开启了 20 年之久。刚刚过去的 2018 年，全球互联网用户达到了 39 亿人，历史性地超过了全球一半的总人口。在全球网络时代一路狂飙的宏大叙事中，2018 年必将成为值得纪念的关键一年。

2018 年前后，还是两个重要时段的转换期。任何一轮大的技术革命，都将历经约 20-30 年的新技术群落的“安装期”，以及 20-30 年的新技术之社会经济潜力迸发的“发展期”，也即“技术-经济-社会”三大系统协调一致的“黄金年代”。而今，在“安装期”逐步转向“发展期”之际，未来可见的经济形态是否已经萌芽，是值得所有人思考的问题。

从智能商业到智能经济

三大因素推动智能商业持续扩散



人工智能概念的提出，已有 60 多年的历史。但它真正能够在商业上有所作为，能够高效化、规模化、普遍化地展现出社会经济潜力，则受益于过去 10 多年来计算力（云计算）、数据量（大数据）和算法（深度学习）的巨大进步。

在微观层面上，曾鸣教授曾以蚂蚁小贷为个案，全面系统地介绍了它的运行机制，并由此提出了对智能商业的理解。蚂蚁小贷的贷款额度之小、贷款客户数量之大、反应速度之快、资金使用效率之高、员工人数之少等很多方面，都达到了传统金融机构无法企及的高度，从而实现了爆炸式成长。基于“大数据”和“算法”的“机器学习”，让商业变得“智能”，提供了传统机构无法想象的小微贷款服务。曾鸣教授由此提出了对智能商业的理解：数据化、算法和产品在反馈闭环中完成了“三位一体”的运行。

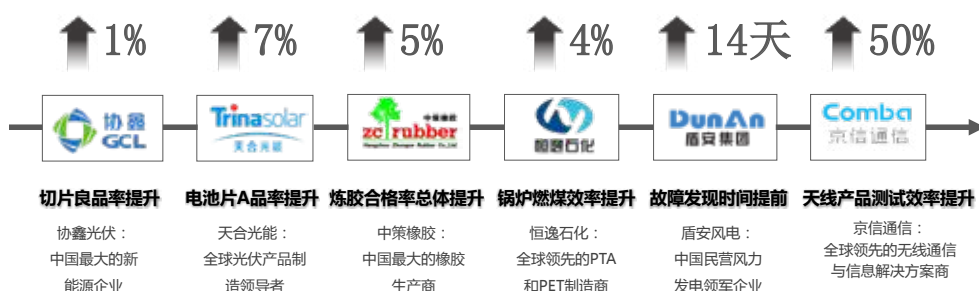
智能商业在微观层面上强有力的运行机制和内在逻辑，正在经由“万物互联的在线化、智能化应用的深化、以及社会化的大协同”三大动力，开始扩散到中观产业层面和宏观经济的运行之中，并有望成为智能经济体系下最为坚实的微观内核。

智能商业正在由消费端扩散到产业端



从领域来看，智能商业正在从消费端扩展到产业端。过去 20 多年是消费互联网壮丽成长的时段，智能商业在这一领域中，得到了孕育和成长。近年来，以阿里云等为代表所推动的工业互联网，也已经加速开启了智能化之路。产业端（企业）的数字化，曾一度远远落后于消费端（个人）的数字化，而今这一不平衡的局面也开始有所改观。马云先生在写给股东的信中，曾对这一宏大进程，做出过来自阿里的“注脚”：“9 年前（2009 年）阿里巴巴已经转型为一家技术公司，阿里在大数据、云计算、人工智能、物联网上全面布局和准备……过去两年，阿里巴巴已经用技术为零售业（个人端、消费端的新零售）创造巨大价值，未来这一价值将在制造业（产业端的新制造）、金融业进一步显现。”

图 1：产业互联网加速智能化



资料来源：阿里云研究中心

从消费端到产业端，从微观层面到宏观层面，智能商业的特质、机制、逻辑的持续扩散，将直接推动智能经济的成长。

智能经济新图景

过去 20 年，智能商业的雏形孕育而出。未来 10 年，智能商业将进入大爆发阶段，这也将是智能经济的规模、范围、程度不断加深的时段。今天去刻画智能经济的未来样貌，无疑存在着很大的风险，但“未来已来，它只是不均匀地分布于现在”。在此，我们试图发现并放大那些代表着未来的若干信号：

新的经济运行操作系统：人工智能、云计算、大数据、物联网、区块链、5G 等新一代信息技术基础设施，正在形成新的社会经济运行操作系统。

新的组织形态：组织规模的小微化，组织结构的“云端化”，组织运行的“液态化”，组织边界的开放化，人机协同的“常态化”——突破企业边界的、社会化大协作的协同网络，将越来越成为主流的组织形态。

新的产业形貌：一方面新兴智能产业及相应服务业快速崛起，与此同时传统产业智能化改造不断深入。

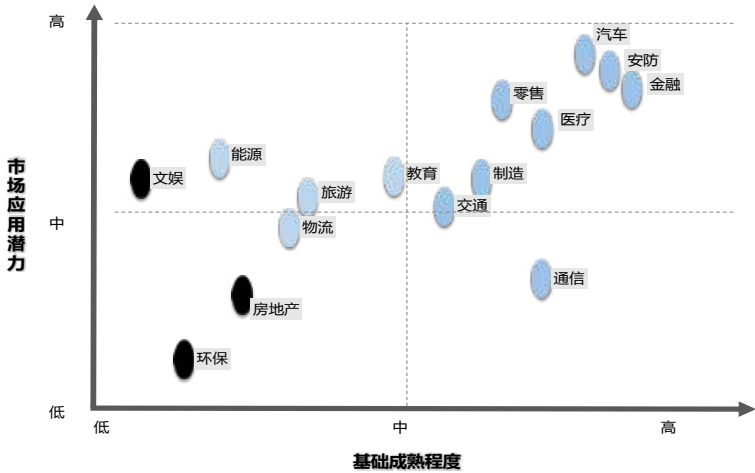
新的中轴法则：生态化、个性化、弹性化、社会化、去中心化、“柔弱微化”等，将成为智能经济环境下新的中轴法则。

新的文化习惯：正如互联网“开放、分享、透明、责任”等价值元素，已经越来越与美誉度无关，而成为了网络时代的“必需品质”，并融入到了大众日常的价值判断体系之中。随着智能商业最佳实践的大量涌现，全社会各类组织和个体，也都被被动卷入或主动学习它们所内含的“最佳行事方式”，由此，少数人的新知，很快就将变成全社会多数人都熟知并自觉遵从的常识。

一切都非倏然而至，所有这些进程的发生也绝非泾渭分明，而是错综复杂地交织在了一起，但今天的我们，多少已经能够把以上一个一个的进程区分开来、并在一个大时代转变的视角下，把它们组合为一个整体的认知框架。

过去 20 年，智能商业的雏形孕育而出。未来 10 年，智能商业将进入大爆发阶段。

图 2：不同行业的“数据智能”潜力



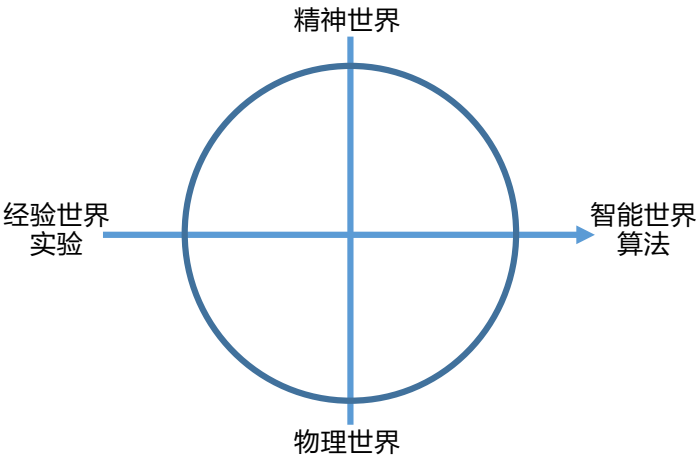
资料来源：阿里云研究中心

智能经济是人类认识世界方法论的一次革命

工业革命以前，人类认识世界的方法论正处在初级阶段，占卜和宗教是人类应对不确定性的重要依据。工业革命带来了一场革命，基于理论推理、实验验证、模拟择优的科学极大地减少了人类面临的不确定性，为人类带来了百余年的繁荣。未来，人类认识世界的方法论将迎来一场新的革命，数据将逐步从宏观到微观映射物理世界，算法将在数字世界完成理论推理、实验验证、模拟择优，算力将不断提升数字世界的精确度、减低数字世界的颗粒度，最终数字世界将产生最优的结果，直接用于改造物理世界。

我们可以把智能经济理解为使用“数据 + 算法 + 算力”的决策机制去应对不确定性的一种经济形态。这与依赖价格信号的市场机制，以及依赖人为协调的企业机制，有着显著差异。

图 3：智能经济带来人类认识世界方法论的一次革命



资料来源：阿里研究院

智能经济是使用“数据 + 算法 + 算力”的决策机制去应对不确定性的一种经济形态。

浮现中的智能经济，将具有以下三方面的特征。

第一，以数据为关键生产要素。智能经济作为数字经济发展的低级阶段，“数据+算法+算力”的智能化决策、智能化运行，将更加依赖于数据的获取和处理。

第二，以人机协同为主要生产和服务方式。虽然人工智能不可能代替人类，但人类在一定程度上的“机器化”，机器在一定程度上的“人类化”，仍将同时进行，并使人机协同的生产方式越来越主流化。这与工业时代“工人附属于机器”的情况截然不同。

第三，以满足海量消费者的个性化需求为经济价值的追求方向。今天在部分行业和企业中出现的智能商业，已经展示出了低成本实时服务海量用户个性化需求的能力，未来这种能力将成为每一经济组织的基本能力。

事实上，围绕着智能化技术能否带来经济增长，甚至是带动经济增长越过“经济奇点”，以及是否会加剧贫富分化等，一直以来都存在着多种争议。但无论如何，智能化技术，是目前为止人类试图突破知识增长瓶颈的最主要的方向。而蚂蚁小贷、谷歌广告等微观智能商业案例，在过去一段时间里所展现出来的高效率、低成本、普惠化，也让未来的智能经济更加值得期待。

人类在一定程度上的“机器化”，机器在一定程度上的“人类化”，人机协同的生产方式越来越主流化。





第二章

从万物互联到万物智能

- 离线将成为课本上的一个概念。智能世界源于万物互联、万物智能，伴随着感知、联接能力全面提升，人与物将在数据构筑的智能环境中进行交互。智能设备将占领生活、生产的各个领域。人、机关系将由过去单向变为双向，智能设备将大大拓展人类能力的边界，提升机器运行的效率。

二、从万物互联到万物智能

近 20 年来，人类社会先后经历了互联网时代、移动互联网时代的演变。每一个时代都出现了重大的技术创新热潮，每一次热潮的出现都大大推动了社会文明的进程。5G 网络、智能终端和新一轮创新应用将加速智能经济的启动。

网络、终端、应用创新浪潮叠加启动新经济

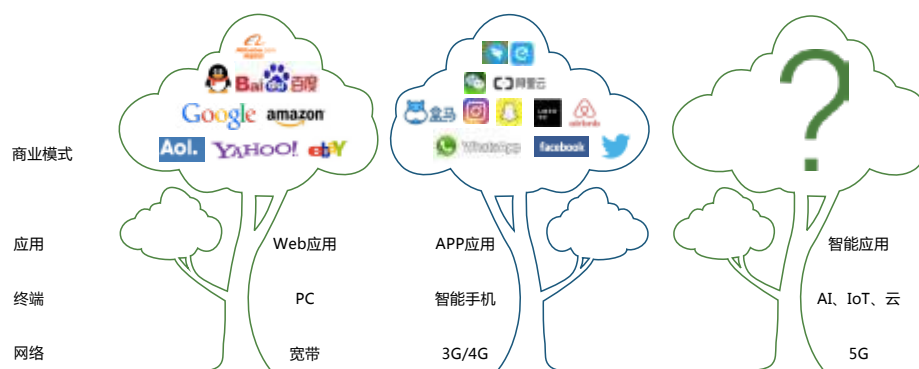
上世纪 90 年代，互联网、个人电脑、以及各种 Web 应用，开启互联网经济的第一波浪潮。

上世纪 90 年代，互联网、个人电脑、以及各种 Web 应用，开启互联网经济的第一波浪潮。雅虎开创了互联网内容免费的新模式。早在互联网起步的 1999 年，用户数量就高达 1.2 亿。短短十几年间，信息传播方式完全被改变，传统纸质媒体几乎完全被互联网数字化媒体取代。1995 年亚马逊成立，年销售收入仅为 51.1 万美元，1996 年跃升至 1570 万美元，2000 年飙升至 16.4 亿美元，引领了全球电商的新风潮。美国仅用 14 年就让电商在互联网用户的渗透率达到了 50%。在大洋彼岸的中国，这一数字更是缩短至 9 年。

2009 年 3G 牌照发放、2010 年智能手机 iPhone4 发布、以及随后而来的各种移动端 APP，标志着移动互联网时代的网络、终端、应用的三浪叠加。

2009 年 3G 牌照发放、2010 年 iPhone4 发布、以及随后而来的各种移动端 APP，标志着移动互联网时代的网络、终端、应用的三浪叠加。2011 年，全球智能手机出货量首次超过 PC。2014 年，中国手机网民规模首次超越传统 PC 网民规模。2016 年，全球市值最高的 5 家公司首次全部来自科技行业——苹果、谷歌、微软、亚马逊、Facebook，这五家公司均来自于移动互联网网络、终端、应用领域。2017 年全球 iOS 开发者从 App Store 分到了 265 亿美元，与 SAP 年营收相当。阿里巴巴 2018 财年 GMV 高达 4.8 万亿，移动端贡献占比超过 80%。

图 4：互联网和移动互联网时代的三浪叠加



资料来源：阿里研究院

新一轮三浪叠加开启万物智能时代

以 5G 为代表的新一代网络技术、以无人车为代表的智能终端和以虚拟现实等为代表的创新应用浪潮纷至沓来。在未来 3-5 年内，新一轮三浪叠加必将到来，掀起新一轮新经济的热潮。

(一) 5G 网络

目前的网络技术基本满足了人与人的互联互通，但其传输速率还无法满足机器与机器的互联互通。与 4G 相比，5G 的峰值速率提高了 30 倍，用户平均体验数据率提高了 10 倍，频谱效率提高 3 倍，能支持 500 公里时速的高铁，接口延时减少了 90%。连接密度做到一平方公里能有 100 万个传感器连到一个网上，能效提高 100 倍，流量密度提高 100 倍。4G 的时候峰值速率只有 600 多兆，平均速率只有 10 兆，而 5G 峰值速率做到 20G，平均速率做到 100 兆。

5G 的应用将带来巨大的经济价值。到 2035 年，5G 的市场规模会给世界经济产出增加 4.6%，约 12.3 万亿美元。在全世界，2035 年 5G 将促使全世界 GDP 增加 7%，约 35000 亿美元，新增就业岗位 2200 万。对中国来讲，到 2035 年 5G 将会增加 GDP 近 1 万亿美元，增加就业岗位近 1000 万。

(二) 智能终端

智能世界源于万物互联，万物智能。伴随着感知、联接能力全面提升，人与物将在数据构筑的智能环境中进行交互，这是一切进入智能世界的前提。

· 十年内智能家居占领客厅

智能家庭将类似于人类中枢神经系统，中心平台或“大脑”将是核心，家庭机器人将从平台接受任务。家庭机器人角色多种多样：大的、小的、共享的、个人的。家庭机器人将完成大部分家庭体力劳动，成为人类的同伴或者助手，甚至从事财富规划师和会计师这样的脑力劳动。机器服务将成为家庭生活的普通场景，重新定义家用电器的设计、功能与人机交互。根据华为的预测，2025 年个人智能终端数量将达 400 亿，个人智能助理普及率达 90%，智能服务机器人将步入 12% 家庭，个人潜能将在终端感知、双向交流和主动服务的支持下大幅释放。

以 5G 为代表的新一代网络技术、以无人车为代表的智能终端和以虚拟现实等为代表的创新应用浪潮纷至沓来。

2025 年个人智能终端数量将达 400 亿，个人智能助理普及率达 90%，智能服务机器人将步入 12% 家庭。

图 5：智能终端占领家庭



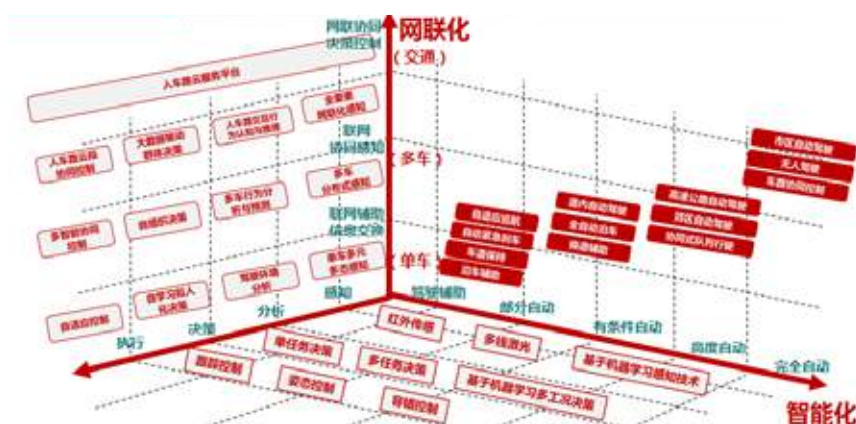
资料来源：麦肯锡

· 十年内无人车占领高速公路

到 2030 年，自动驾驶乘用车将达到约 800 万辆；到 2040 年，将达到约 1350 万辆。

在过去的 10 年最典型的智能产品是智能手机，在下一个 10 年汽车将成为新的移动智能终端，智能网联汽车的发展如火如荼，在经历了从感知到控制、从部件到整车、从单项到集成、从单向到互动之后，汽车正进入“全面感知+可靠通信+智能驾驶”的新时代。政府有关部门已经给出了智能网联汽车智能化发展 5 级定义，智能化将从驾驶辅助、部分自动、有条件自动、高度自动和完全自动演进。智能化在从辅助驾驶向最终的无人驾驶演进的过程中，网联化步伐不断加快，网络化将从单车网联、多车网联向交通体系网联演进，汽车感知、分析、决策、执行等各个环节技术将快速迭代，不断替代驾驶员的分析、判断和决策，高度自动驾驶和完全自动驾驶将由系统完成。

图 6：无人车技术演进



资料来源：阿里研究院

麦肯锡预测，2025-2027 年将是自动驾驶的拐点。基于对自动驾驶底层技术成本曲线的估算，此时将是自动驾驶与人力驾驶的经济平价点。换句话说，自动驾驶每公里的总成本将与司机驾驶传统汽车的成本大致持平。在此拐点之后，市场对自动驾驶的需求将稳步上升。自动驾驶若能在中国落地生根，到 2030 年，自动驾驶将占到乘客总里程的约 13%，到 2040 年将达到约 66%。到 2030 年，自动驾驶乘用车将达到约 800 万辆；到 2040 年，将达到约 1350 万辆。

· 十年内智能设备占领工厂

企业应用云化率将达 85%，AI 利用率达 86%，数据利用率将剧增至 80%。

根据华为的预测，在商业和社会层面，2025 年全球 1000 亿联接将泛在于公用事业、交通、制造、医疗、农业和金融等各个领域，推动数字化转型。届时企业应用云化率将达 85%，AI 利用率达 86%，数据利用率将剧增至 80%，每年 1800 亿 TB 的新增数据将源源不断地创造智能和价值。

（三）创新应用

未来的应用创新，将覆盖 C 端、B 端在内的一系列场景。

高速连接：面向消费者的应用将由于连接速度的提升发生爆炸式增长。在未来 3-5 年，VR/AR 现有的大数据传输瓶颈将被克服，以此技术为基础的各种人机互动将成为风口。最耗费资源的图像渲染，在 5G 10+Gbps 无线传输速度支持下，能够从设备端转移到云端。在移动的场景下，VR 高清视频、高画质游戏等应用，以及演唱会、体育比赛现场互动、远程直播将成为可能。

图 7：智能终端占领工厂

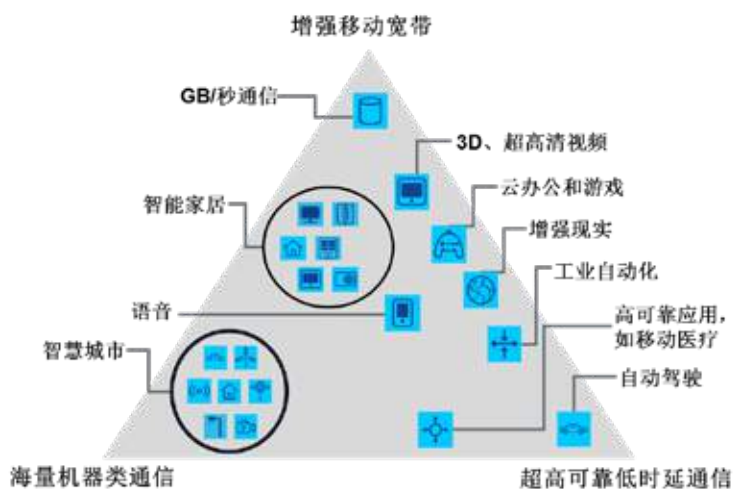


资料来源：德勤

海量连接：低频和高频网络技术不断迭代，推动海量设备连结，万物互联终将实现。连接的设备将远远超过目前的类型，包括视频监控、智能家居、可穿戴设备、智能城市等都将完成连接，由此也将带来一波新的数据爆炸。

低时延连接：车联网及产业互联网实现如无人驾驶、远程工业控制及远程医疗等应用，要求高可靠、低时延连接。要求毫秒级的网络时延及低于0.001%的丢包率，最大限度降低由于时延及丢包造成的事故。

图 8：智能经济的创新应用



资料来源：中国信息通信研究院



第三章

从标签人生到微粒人生

- 万物智能，一方面将个体时间、需求进一步切分，另一方面将识别个体的成本大幅降低。每个人将成为组成这个世界的具体微粒，而不是作为一个标签代表的群体。建立在个体基础上的以平均值为判断依据的科学规律，将会在浩瀚的数据面前失去价值，而针对每一个“单体”的个性化的分析和判断，将成为社会发展的新趋势。

三、从标签人生到微粒人生

人类以始，部落形成，在 150 人的规模达到稳定。直到今天，人所能记住的熟人名字，也大致在 150 人左右，该数量也称为邓巴数。每个人都是社会的基本组成部分，这种社会特征可称之为微粒社会。随着农业和工业技术的发展，人类聚居的规模越来越大，标签成为个体的首要特征。随着智能经济的出现，每个个体被进一步解构，标签人生重新回归微粒人生。

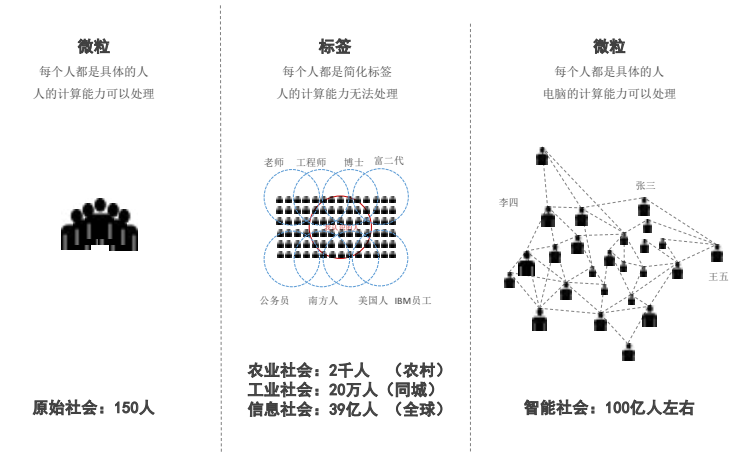
农业经济和工业经济的标签人生

农业革命以后，生产力的发展养活了越来越多的人口，部落规模扩大，多个部落聚集在一起生活，这个大团体的数量超过了邓巴数。为了保证社会正常运转，不同的文明发明了不同解决办法。东方发明了儒家思想，把血缘伦理关系扩展到家族以外。西方发明了宗教，虽然大家来自不同的家族，但大家都遵守同一套道德和价值规范。

人越来越多，社会越来越复杂，超越了人脑的处理能力。普通人要认识这个世界，必须对社会进行简化处理：从南方人到秀才、富二代，无一不是简化的处理，给特定人群打上标签。

工业革命以后，专业化分工和层级式管理使得标签化进一步普及。一方面，由于社会分工进一步细化，复杂的产业体系超越了每个人脑容量的认知极限。另一方面，泰勒制标准化思维成为主流，例如普鲁士的统一义务教育制度、美国福特公司的工厂流水线制度。为了降低识别一个人的成本，人们开始使用更为简化的模型——组织聚类，例如学生、老师、博士、医生、律师、程序员、公司高管等。

图 9：微粒人生的回归



智能经济的微粒人生

随着技术的不断进步，智能经济将推动社会向微粒化的初始状态回归。在技术能力不足条件下，为了降低交易成本，使用标签简化现实。在智能经济的技术条件下，万物互联，万物智能，交易成本大幅度下降，逆标签化的进程将会出现，每个人的标签将从几个变为几百个甚至上千个，每个人将是一个独特的个体，每个人将成为组成这个世界的具体微粒，而不是作为一个标签代表的群体。

人越来越多，社会越来越复杂，超越了人脑的处理能力。普通人要认识这个世界，必须对社会进行简化处理，给特定人群打上标签。

每个人将成为组成这个世界的具体微粒，而不是作为一个标签代表的群体。

（一）模糊化的职业

十年前，单位是一个人最重要的标签。现在，全国 3000 多万网约车司机，可能并没有单位，白天开网约车，晚上开淘宝店，闲时拍抖音，给淘宝店引流。U 盘式就业已经成为一种重要的就业形式。全国近千万淘系商家，1.5 亿抖音用户，可能没有固定单位，多平台就业，其收入并不比“固定职业”人群低。淘宝内容平台有 160 万内容提供商。一位名为薇娅的淘宝主播在双 11 期间吸引了超过 200 万人观看，同时在线人数超过 13 万人，达成 3 亿元成交额。

平台的存在某种意义上颠覆了专业分工门槛，凸显了个人市场价值。平台一方面解决了专业市场、销售、管理、物流这些专业服务问题，另一方面解决了找到消费者的问题，个体只需要专心生产高质量的内容，就能够实现过去大公司、大明星才能实现的经济价值。

（二）碎片化的时间

人的一生中，大脑能够处理大约 173G 的信息，而人们每天在网络上处理的信息量至少 5G。照此推算，现代人每月从网络接受的信息量超过过去人一生可以处理的信息量的总和。

随着信息来源的多样化与丰富化，人的注意力分散到各个来源，而且关注的时间日益缩短。在平面媒体时代，消费者的注意力为 24 秒；在电视媒体时代，消费者的注意力为 15 秒；而在互联网时代，消费者的注意力不超过 8 秒。社科院的数据显示，73% 的青年 15 分钟要看一次微信。动辄几个小时电视节目的人气每况愈下，而 10 秒钟的网络短视频的使用时长增长超过了 300%。有“肝帝罗夫斯基”（时间绞肉机）之称的大型 PC 网络游戏（如魔兽世界）衰落，而一局只有 10 分钟的手游（如王者荣耀）迅速兴起。

这是一场硅基与碳基的对撞，4 位（碱基）与 2 位（计算机）的冲突。人类的大脑信息处理量采用最少够用原则，目的不是学习，而是生存。当信息接收量与人脑初始功能背离时，就会产生注意力碎片化现象。

（三）微粒化的需求

在工业社会，当市场产生了需求，为了避免信息传输的过程中受到损失，市场选择了以企业为主体的上下游产业链的方式来解决这个问题。比如市场需要多少鞋子，零售企业会根据往年的经验给制造企业下订单，通常表现为每年几次的订货会。

借助信息技术，每一个人的独特需求可以被感知、量化、匹配。以围巾为例，淘宝有数千款围巾，可以按价格、款式、颜色、销量、材质、产地、发货地等条件进行筛选，对比成本极低，匹配精确度很高。淘工厂开启了为品牌商匹配工厂产能的先河。过去的衣柜都是固定几个款式，现在模块化制造就可以解决很多个性化需求的匹配问题。在餐饮业，有了手机和外卖软件，消费者随时可以下单。搜索引擎模式也开始向算法推送模式过渡，短视频导购，根据算法池进行推送，未来可能是内容数据 + 算法推送的时代。

智能经济时代，个体实时的、个性化的、碎片化的需求，能够被传递到生产端，计算能力的充裕可以让这些具体的颗粒状需求得到充分满足，产业链再根据需求进行生产，实现精准的供需匹配。

美国约 40% 的劳动力参与“1099”经济——利用平台的多岗位、非固定就业。专家预测，这一数字在 2030 年将高达 80%。

现代人每月从网络接受的信息量超过过去人一生可以处理的信息量的总和。

智能经济时代，个体实时的、个性化的、碎片化的需求，能够被传递到生产端，实现精准的供需匹配。



第四章

从刚性组织到液态组织

- 企业内部和外部的边界逐渐模糊，组织液态化，“自由组合、自由流动”。企业家指挥的生产变少了，而交易活动变多了。液态组织仍然存在部门，但部门的边界已不清晰，组织成员长期处于“共同创业”状态，随时随着组织目标的变化而变化。大量的商业流程被流动的数据所驱动，并在企业之间展开灵活组合，新的组织边界也呈现为一种网状交融的格局，企业组织由此将进一步走向开放化、社区化。

四、从刚性组织到液态组织

技术手段决定组织方式。人类改造世界的技术手段决定人类协作的组织方式。蒸汽机的出现，第一次要求人类与机器共事。随着机器数量和复杂程度的提高，组织规模不断扩大，组织结构日益复杂，逐渐形成了刚性的组织结构。在智能经济全新的技术条件下，打破边界的液态组织将是一场伟大的管理革命。

刚性组织的困境

一个城市的人口规模每翻一倍，其生产力水平就会提升2%至5%。但是，企业扩大规模，创新力却通常会下降。

OECD指出，一个城市的人口规模每翻一倍，其生产力水平就会提升2%至5%。因此，大城市对于人才更有吸引力，城市也更具创造力。但是，企业扩大规模，创新力却通常会下降。

公司这种组织方式依赖于看得见的刚性金字塔式组织。在刚性组织中，任务是根据工作类型和目的进行划分的，具有很清楚的职责范围，它科学地划分每一工作单元，避免重复工作，还要考虑到职能交叉的必要。各个成员接受组织分配的活动任务，并按分工原则，组成类似金字塔结构的专精于自己岗位职责的工作体系，能为组织带来高效率，在严密性、合理性、稳定性和适用性等方面都优于其他任何形式。

公司组织的效率提升是以增加组织协调成本为代价的。

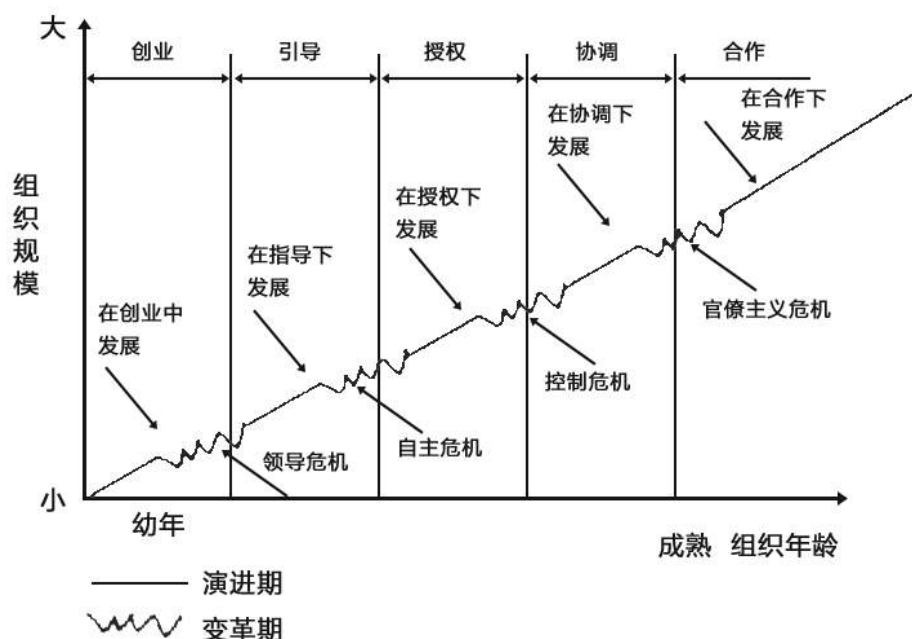
但是，公司组织的效率提升是以增加组织协调成本为代价的。大企业往往意味着超级细致的分工——每个人只能参与价值链上的一个小环节，员工难以直接感知到自己的劳动到底为客户创造了什么价值；大企业也往往意味着超长的内部流程——每个人要实现跨部门协同都需要付出很大的努力，组织本身的复杂性最终将一点点地压垮个体的协作意愿。因此，大型组织带给个体的，往往是一种无力感，以及一种被螺丝钉化之后的乏味感。

很多企业尝试变革，比如通过扁平化减少层级。但很快，随着企业规模和业务的增加，会产生新的部门和层级，陷入新一轮的大企业病怪圈，因为这仍是在刚性组织下的“治标不治本”。越来越多的人已经意识到，工业时代的组织管理范式，已经走过成熟期，转入了衰竭期。仅仅进行组织管理上的优化、继续那些修修补补的工作，是远远不够的，今天真正需要的是颠覆式的创新。

打破边界，建立液态组织

信息技术是促进组织变革的重要驱动力。最早的计算模式以大型机和小型机为中心，界面对用户不太友好，空闲时会浪费计算资源，更无法激发用户的主动性。这些很明显的缺点，适应了工业时代典型的组织管理方式——命令与控制。随后的“客户机/服务器”计算模式，难以支持大量用户的并发请求，也反映了当时被赋权了的员工与企业的集中管理体制之间的矛盾。

图 10：组织规模与组织危机



资料来源：拉里·格雷纳《组织发展、演化与变革》

互联网让跨越企业边界的大规模协作成为了可能。当越来越多的业务流程在网上运行，互联网让企业组织内部的管理成本和外部市场的交易、协同成本都有所下降，但后者的下降速度却远快于前者。这种速度上的不一致所带来的结果就是，公司这种组织方式的效率已经大打折扣了，“公司”的边界也因此而松动了。公司中很多商业流程正在大量地向市场外移。从价值链的视角来看，研发、设计、制造等很多个商业环节，都出现了一种突破企业封闭的边界的趋势。

平台的出现，进一步破除了企业内部和外部的边界，使得组织液态化，“自由组合、自由流动”。在液态组织里，由企业家指挥的生产变少了，而交易活动变多了，但协调、控制等组织功能依然存在。液态组织仍然存在部门，但部门的边界已不清晰，组织成员长期处于“共同创业”状态，随时随着组织目标的变化而变化。

从外部来看，平台的所有权与使用权实现了分离，企业之间那种界限分明、基于资产专用性的组织边界正在发生很大的松动。大量的商业流程被流动的数据所驱动，并在企业之间展开灵活组合，新的组织边界也呈现为一种网状交融的格局，企业组织由此将进一步走向开放化、社区化。

案例：海尔自主经营体

以海尔为例，8万多名员工转变为2000多个自主经营体，每一个经营体就像一家自主经营的公司，每个人都是自己的CEO。前端平台连成一条条线，最终变成一个可以灵敏感知和响应用户需求的网状平台。这里的“连线”，包括了承诺和契约，承诺又包括了资源互换、包销定制、目标承接等。原来的中间层级在新的结构中，变成了资源支持的平台。在实际运作中，由一线的经营体去倒逼后端的支持平台提供资源。如张瑞敏所述：“企业的最高领导从原来的发号施令，变成在最下端为一线经理提供资源。所有的部门，在这当中都为了一线经理和客户提供资源，从发号施令者变成资源提供者。”

平台的出现，进一步破除了企业内部和外部的边界，使得组织液态化，“自由组合、自由流动”。由企业家指挥的生产变少了，交易活动变多了，部门的边界已不清晰，组织成员长期处于“共同创业”状态，随时随着组织目标的变化而变化。

案例：阿里巴巴“变形”组织

在实际工作场景下自发组成的不稳定的“战斗”执行组织，目的是针对特殊的项目、关键性的任务、前沿性的创新机会及共同爱好者组成跨部门的临时组织。

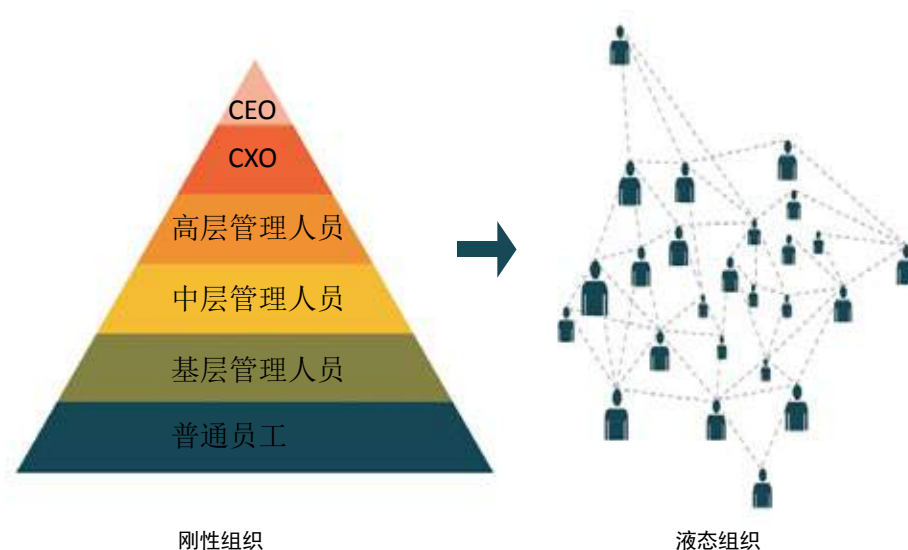
以阿里巴巴为例，企业组织由两部分组成：一部分是比较稳定的公司人事组织架构，目的是企业在一段时期内人、财、物的归集管理清晰，也满足员工心理上的归属感，有利于组织管理平稳；另一部分是在实际工作场景下自发组成的不稳定的“战斗”执行组织，目的是针对特殊的项目、关键性的任务、前沿性的创新机会及共同爱好者组成跨部门的临时组织。这种组织变形更容易满足市场和业务机会的需要，但因为跨部门和临时化的特性，如果没有可跟踪的组织形式保障就很难进行协作和专注的完成既定目标。因此类似阿里 618 和双 11 的组织，能在公司的组织序列中叠加一层“变形”组织。公司层面承认它的官方属性，组织架构趋于“随机应变”，更适应在移动互联网和数字化时代的快速变化，让企业生存能力和规避风险能力大大提升。

未来区块链技术能够使组织进一步液态化。科斯曾在他的理论中把社会资源配置方式区分为计划和市场两种形式：企业内部以计划来组织生产和调动资源，企业外部依靠市场即价格杠杆来配置资源。过去几十年中，有七八位诺贝尔经济学奖获得者在研究市场之外的力量——“自组织”。2009 年诺贝尔经济学奖颁给了两位自主组织和自主治理的研究者。

自然界早已存在自组织现象。在蜂群中，每只蜜蜂对群体要前往的方向没有把握，蜂群中也没有发号施令的蜜蜂。然而通过蜜蜂相邻个体间的沟通和小范围协作，整个蜂群能够统一行动，找准方向，展现出远超越个体的智慧和协调性。概括来讲，蜂群组织从最初的无序系统中各部分之间的局部相互作用，产生某种全局有序或协调的形式的一种过程，这种过程是自发产生的，它不由任何中介或系统内部或外部的子系统所主导或控制。

基于人工智能、区块链等新一代信息技术，人们已经开始设想一种更加液态化的“类蜂群”组织方式。系统和参与人之间的合约最初就已写好且不可更改，因而后续的交易中不再有合约执行、讨价还价等交易费用的概念。在组织中，没有中央节点；系统也不是通过市场去购买节点的服务，而是向提供服务的参与人发放数字货币，更类似于一种股份。

图 11：从刚性金字塔组织到液态组织



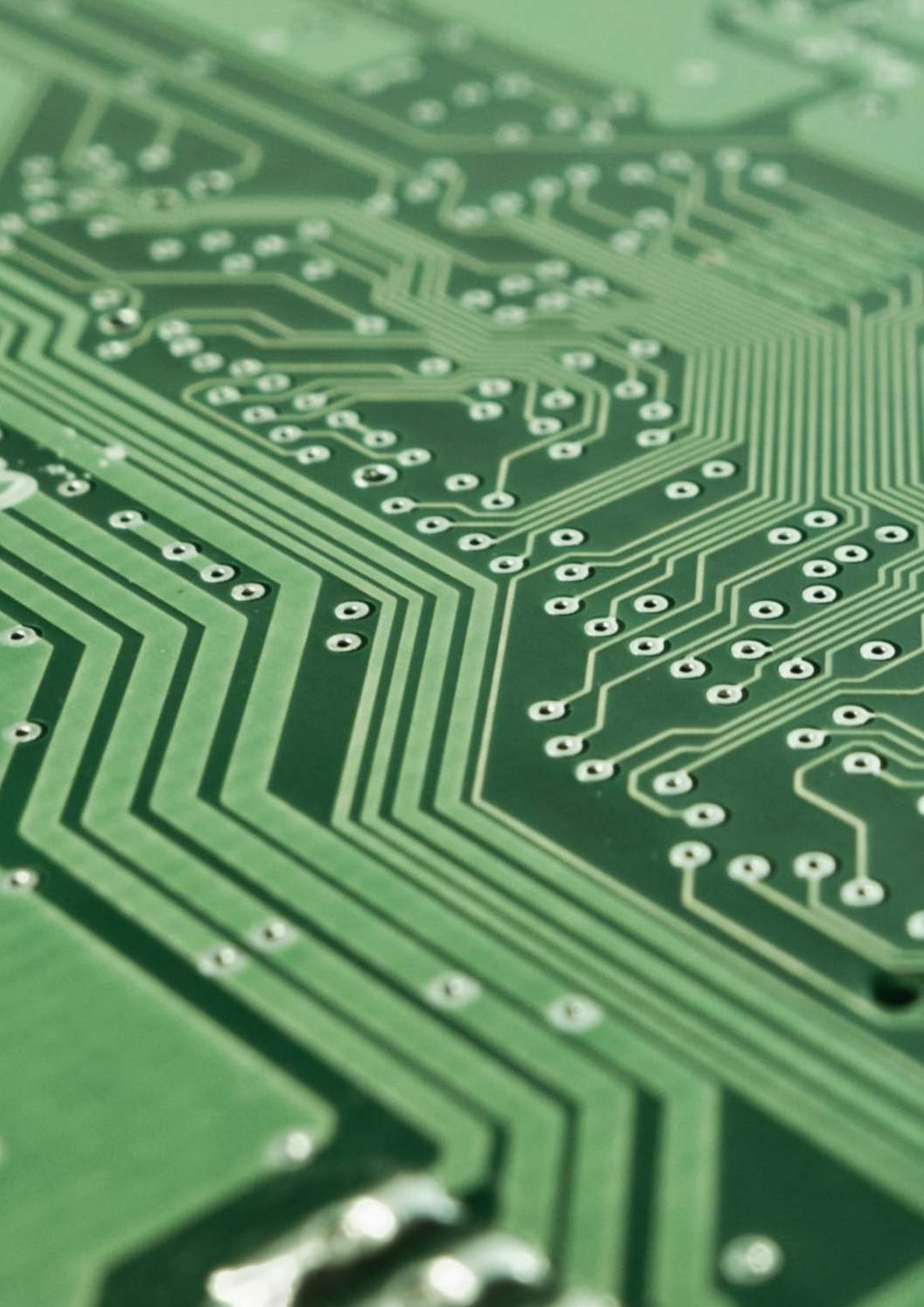
资料来源：埃森哲

未来的工作场景可能变成这样：办公室里，工作人员来来往往，每个人异常忙碌，有条不紊；每个人自发进行着自己的工作，完成工作相应的激励就会按照智能合约发给自己，没有老板审批；公司的决策，靠大家投票来完成，数据上链，透明可逆；公司收益，按照自己的股权自动发放；你来去自由，没有人会限制你；可以将公司、组织虚拟化，范围更大、边界更模糊，使组织“无摩擦”、更加顺畅地发展。

“公司”之所以被发明出来，是因为市场交易成本太高，所以有必要把某一部分市场功能内化为企业内部的流程降低成本。之所以企业能够存在，就是因为内化以后的某些功能的成本会低于市场，所以企业有存在的必要。

“类蜂群”液态组织的边际成本为零，不再需要公司。我们之所以要保护产权，是因为依赖于商业机构。不需要“公司”这个制度之后，就不需要去保护公司的产权。未来，液态组织、企业、市场仍将并存。但是在数字世界里面，可能有一套新规则来治理越来越数字化的经济，也就是自组织的液态组织。

在智能世界里面，可能有一套新规则来治理日益数字化的经济，也就是自组织的液态组织。



第五章

从产业链到协同生态

- 类似碳基生态系统的硅基生态系统出现。围绕着创业创新，不断衍生出种种无法人为设计并且彼此协作的机构，种类繁多，功能齐全，配合默契。从功用并立到联合协同，从线式供给链到非线性网状协同生态，从单一渠道支持到系统支持，从单一空间到多维空间，这些改变将最大限度地凝集和释放企业的创新活力。协同生态系统的资源配置模块最终可以整体实现“零错配”的完美状态。

五、从产业链到协同生态

自然和商业在很长一段时间内是截然不同的两个系统。经典的波特五力模型考虑五种竞争核心因素——同行业内现有竞争者的竞争能力、潜在竞争者进入的能力、替代品的替代能力、供应商的讨价还价能力、购买者的讨价还价能力，决定了企业的竞争优势，其背后的核心逻辑是资源占有决定竞争优势。而自然则呈现出循环、共享、多赢的景象。智能经济将孵化出非常类似“碳基生态”的“硅基生态”，在全社会范围内大范围、深度、高频协作，从传统的产业链进化到价值网形态。

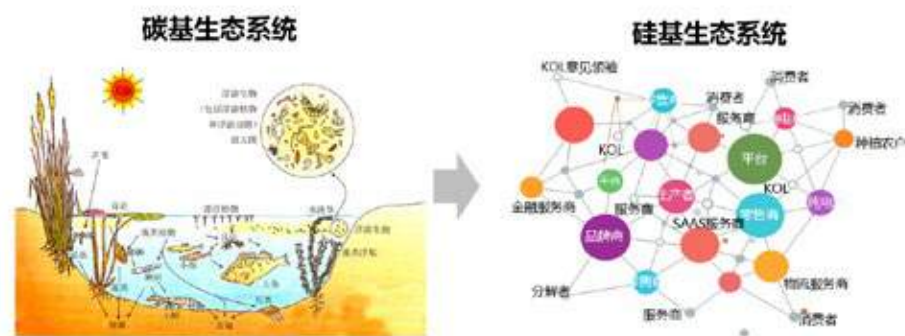
碳基生态与硅基生态

池塘是一个典型的建立在碳元素上的生态系统，我们称之为“碳基生态系统”。上层的池塘沿岸水浅，阳光强，氧气充足，温度高，营养物质丰富，聚集着大量的植物和动物。水生绿色维管植物和浮游藻类是生产者，由四周向中心生长，植物带呈同心圆状分布。浅水层阳光依然充足，温度较高，藻类植物多种多样，光合作用旺盛，为水下制造了大量氧气，吸引来众多浮游原生动物，浮游生物又为各种表水层生活的鱼类提供了丰富的食饵。在深水层中光线微弱，异养动物以各种小型浮游动物为食饵，扮演分解者的细菌将沉落下来的有机残体分解成水、二氧化碳、铵盐等物质，再度为藻类利用……生产者、分解者、消费者共同协作下完成物质循环全过程，生态系统运转生生不息。

《硅谷生态圈》一书中提出硅谷独特的“雨林现象”，硅谷协作模式类似自然界热带雨林生态系统。硅谷最早是研究和生产以硅为基础的半导体芯片的摇篮，是当今电子工业和计算机业的王国。坐拥美国顶尖学府斯坦福大学和加州大学伯克利分校，高新技术中小公司大约有 1500 家，风险投资占全美风险投资总额的三分之一，这里也是世界高新技术创新和发展的开创者和中心。多种多样的科研及商业主体通过协作，融科学、技术、生产为一体，形成多个繁华的市镇。著名经济学家吴敬琏这样评价：“硅谷的本质特征是创业公司的栖息地”。作为硅基生态系统的典型代表，硅谷地区创新活跃，生机勃勃。

伴随互联网技术发展第二个三十年，技术进入发展期，影响与效能开始向各个行业渗透，在中国目前正与复杂度最高的实体商业展开深度融合，越来越多建立在硅基基础上的多企业协作网络组织、类产业集群、甚至可以说是生态系统，逐步走进公众视野。随着越来越多的数据可用于商业决策，数据将成为未来商业发展的土壤，数据将创造未来的商业生态。

图 12：碳基与硅基生态系统



资料来源：百度百科、阿里研究院

海洋孕育生命，数据创造商业。

协同共赢——硅基生态新密码

20 世纪 70 年代以前，由于产品供给稀缺，市场需求平均预测准确率能达到 90% 以上；但是，随着工业生产技术进步，规模化生产过剩，到了 80 年代，仅有 60-80%；而现在仅有 40-60%，也就是说，生产出来的一半产品

是消费者不需要的，中国的生产部门与消费需求部门，出现严重的错配。

硅基生态以协同共赢为原则，以消费者为中心，精准匹配供需，重构供应链。针对某一位用户，可以在众多商业场景中利用智能设备与传感器采集其线下行为数据，并与线上消费数据比对融合。“消费者画像”、“供应商画像”随交易增长愈加精准，平台随时掌握细分客群的喜好变化，算法实时个性化推荐新款商品，快速返单、小批量定制，反向设计新品，形成 C2B(Consumer to Business) 的精准产销，实现库存最小化、生产柔性化、广告精准化。

最终，硅基生态将需求与供给的有效连接和重构。充分利用互联网、云计算大数据，利用创新的商业方法和生产工具，广泛改造和升级零售、批发、制造、供应链各环节，淘汰落后的零售能力、过剩和低级别的生产能力。

阿里巴巴集团首席执行官张勇近期提出，“阿里巴巴商业操作系统，不仅能够直接面对消费者，触达消费者，服务消费者，同时能够全方位服务一个企业，从产品设计、生产、制造到供应链，到销售、营销、用户运营，各个环节给他们提供服务。”

图 13：阿里巴巴商业操作系统



资料来源：阿里巴巴

案例：快消品开启新品研发 2.0 时代

天猫新品创新中心灵活运用平台大数据，对品牌商家提供人群研究、市场洞察、爆品打造、策略优化四个维度的综合服务。如，数据发现 40.5% 的中国消费者喜爱辣的味道，玛氏集团拨出北京怀柔工厂的两条生产线与新品创新中心共建柔性生产链，以小规模、多频次的方式生产产品，在真实市场环境中通过试销，测试产品表现，持续产品迭代。独家首推辣味士力架，5 个月在线上表现突出。目前，天猫新品创新中心与 81 个全球行业领军企业达成战略合作，覆盖 15 个行业的 600 多个品牌试水，包括宝洁、雅诗兰黛、玛氏、三星等大量一线品牌。使用天猫洞察数据完成新品孵化的品牌，将原来平均 18 个月的研发周期成功缩减至 6 个月以内，大大的节省了相应成本支出。

建立柔性生产，小规模、多频次新品测试，研发周期缩短 2/3。

图 14：大数据大幅提升商业运营效率



数据来源：阿里研究院

案例：盒马 ReXPOS 智能收银机输出

新零售样本盒马发布首款基于数字化和商业双重基因的智能收银机 ReXPOS，该产品拥有 28 项产品设计专利，搭载了人脸摄像系统、防损摄像系统、智能购物袋机和门店收银小二可用的智能手表，不仅可以实现智能防损和快速结账，还可以为品牌定制营销功能。盒马门店大规模使用智能收银机，自助收银销售额达到 73%，货损率降低 60%，降低 36% 的结账排队时长。通过减少人工，收银人效提升 4 倍。目前，大润发、中百超市、旺中旺共计约 30 家零售商选择开始使用 ReXPOS 产品。

平台以输出产品和服务的方式帮助千千万万的生态个体完成“精准效劳”。

阿里巴巴首席战略官曾鸣教授指出，“未来商业文明有两大柱石：一是网络协同，二是数据智能”。而平台企业在生态系统中的职能正是为了集中更多资源，将对个体来讲过高门槛的信息成本，通过集约化运作的模式逐渐摊薄，以输出产品和服务的方式帮助千千万万的生态个体完成“精准效劳”，即“实现把正确的数据在正确的时间，以正确的方式传递给正确的消费者”。只有充分发挥平台企业在网状结构下的知识优势，在互联网技术下，将市场成本（企业外部信息成本）降低至企业内部信息成本以下，才会使得硅基生态系统整体效率提升的美好愿望变得触手可及。

从参与协同网的企业群体来看，小企业对于大联网的态度和行动将更为积极和活跃。

在过去，大企业如宝洁、沃尔玛等主导的供应链体系，占据了商业旧大陆上水草丰美的区域。大量高度分散的中小企业，则缺乏进入大型协作网络的机会和能力，只能散布和偏居于贫瘠的穷山僻壤。现在的情况正在发生很大的变化。这两类企业现在需要面对和处理各不相同的供应链问题。

案例：服务商协作生态系统

淘宝从无到有，创造出一个在线大市场，上千万店铺同时在线服务数亿消费者。从参与协同网的角色类型来看，新角色持续涌现帮助产消双方围绕个性化需求，进行实时的沟通与匹配，使得网状协作更具灵活性。最新出现的是帮助卖家管理供应链的小微服务商。很多企业设计能力很强，但市场营销和生产管理却是弱项，营销、发货、拍摄环节涌现出一批准专业化的服务商，并不断锤炼自己的技能优势向专业方向发展。再如辛巴达供应链，致力于为年销售额超过1000万元的中小型淘宝服装卖家等提供服装供应链管理与服务，如大厂质量保证、小批量柔性化生产、3天快速补货追单、50-500万元的资金支持。又如淘宝购物KOL，通过对群体消费语言的感知和理解，代表相对小众的群体表达意见，自身成长为B和C之间的中介，成为生态系统中最为细小的颗粒。这类大大小小的服务商的不断出现，可以让淘宝卖家专注于自己擅长的领域，其他通过“外挂”模式由专业服务商完成，取得较高的投入产出比。

研究发现，服务商生态系统特征主要表现在两个方面：一是服务商的自然分工和协作模式：围绕着创业创新，不断衍生出了种种无法人为设计并且彼此协作的机构，种类繁多、功能齐全、配合默契。二是服务生态自适应性和自我进化的功能：在许多产业变革中，服务生态完成了自我的平衡和进化，后者正是生态系统健康的度量，也是创新活力的源头。

从功用并立到联合协同，从线式供给链到非线式网状协同生态，从非触摸模式到触摸模式，从粗放效劳到精准效劳，从单一渠道支持到系统支持，从纵向一体到全位一体，从单一空间到多维空间，这些改变最大极限地凝集和释放了企业创新活力。

协同生态系统的资源配置模块最终可以整体实现“零错配”的完美状态，即为每个企业类客户的每一定单，定制一条生产和物流的供应链。原本只存在于B2B领域的、个性化的供应链协作机制，在技术的推动下，进一步延伸到个体消费者领域，所得即所需，生产端到消费端完美“零错配”。

服务商生态系统特征主要表现在两个方面：一是服务商的自然分工和协作模式，二是服务生态自适应性和自我进化的功能。



第六章

从物理世界到孪生世界

- 孪生世界在物理世界和数字世界之间建立准实时联系，实现物理世界与数字世界互联、互通、互操作。过去几十年数据量的爆炸式增长意味着物理世界的数字孪生不断完善。未来，物理世界的数字镜像将从分时到实时、从宏观到微观，形成一个完整的数字孪生。其作用从辅助人类进行物理世界的改造，进化到决定物理世界改造，甚至创造超越人类想象的新世界。

六、从物理世界到孪生世界

自从电子计算机发明以来，人类就开始建造物理世界的镜像。过去几十年数据量的爆炸式增长意味着物理世界的数字镜像不断完善。未来，物理世界的数字镜像将从分时到实时、从宏观到微观不断完善，形成一个完整的数字孪生。其作用从辅助人类进行物理世界的改造，进化到决定物理世界改造，甚至创造超越人类想象的新世界。

数字孪生再造制造

数字孪生的起源，可以追溯到人们在工业领域用软件来模仿和增强人的行为方式。

数字孪生的起源，可以追溯到人们在工业领域用软件来模仿和增强人的行为方式，例如，绘图软件最早模仿的就是人在纸面上作画的行为。发展到人机交互技术比较成熟的阶段后，人们开始用 CAD、CAE、CAM、CAPP、CAT 等软件模仿产品的设计、使用测量 / 测试过程等等。这种软件模仿的结果，在数字空间产生一些“图形”，这些图形并没有与物理实体空间中的实体事物建立任何信息关联、但是经过精心渲染的、“长得非常逼真”，如同某些实体事物的照片或者视频。

2010 年美国国防预研局(DARPA)发起的自适应运载器制造(AVM)计划，提出“重新发明(Reinvent)制造”，目标是通过彻底变革和重塑装备制造业，将武器装备研制周期缩短到现在的五分之一。AVM 的核心思想，就是颠覆“设计—制造—测试—再设计”的流程，通过实现产品设计、仿真、试验、工艺、制造等活动全部在数字空间完成，重建制造新体系。

数字孪生不同于传统的计算机辅助设计，也不同于以传感器为基础的物联网解决方案。

数字孪生不同于传统的计算机辅助设计，也不同于以传感器为基础的物联网解决方案。计算机辅助设计局限于计算机模拟的环境中，在复杂环境建模方面取得了一定成效。物联网可用于位置检测和整个组件的诊断，但是无法对不同组件间的相互作用和整个生命周期过程进行检测。

随着计算能力和成本的降低，可采用大量的处理架构和先进的算法分析该交互测试结果，进而获得实时预测反馈，并开展离线分析。数字孪生的上述功能将引发设计和流程的根本性变革，这是目前的方法几乎无法实现的。

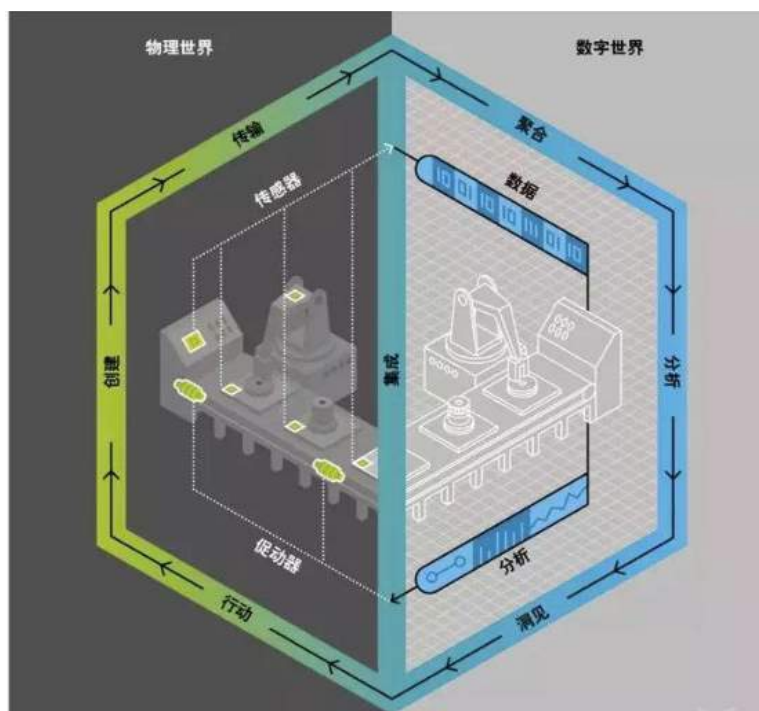
波音 777 是世界首架无图纸、无模型、利用数字孪生设计的客机。波音 777 的零部件数量多达三百万个，设计过程中没有“一张图纸”，直接进行量产。波音 777 采用 100% 的数字化产品定义 (DPD)、100% 的数字化产品预装配 (DPA)、327 个并行工作小组 (IPT)。研制过程采用 8 台大型计算机，用于 3D 设计的 3200 台 UNIX 工作站均连接了网络，约 20000 台 PC 机，800 种互不相关的软件，有效缩短研发周期 40%，减少返工量 50%。

数字孪生再造世界

数字孪生的真正功能在于能够在物理世界和数字世界之间全面建立准实时联系。实现物理世界与数字世界互联、互通、互操作。

数字孪生的真正功能在于能够在物理世界和数字世界之间全面建立准实时联系。实现物理世界与数字世界互联、互通、互操作。从具体实现路径来看，数字孪生首先对物理对象各类数据进行集成，是物理对象的忠实映射。其次，数字孪生存在于物理对象的全生命周期，与其共同进化，并不断积累相关知识。最后，数字孪生不仅对物理对象进行描述，而且能够基于模型优化物理对象，最终实现对物理世界的改造。

图 15：数字孪生的运行机制



资料来源：德勤

数字孪生技术对物理世界的重建已经应用于许多领域。无论在制造、医疗、建筑等领域都在赛博世界探索建立起一套与物理空间实时联动的运行体系，实现对制造流程、建筑结构、医学实验、城市管理等方面资源优化配置。基于“物理实体+数字孪生”的资源优化配置体系将成为数字化发展的终极模式。观察数字孪生的应用情况，其发展将经历如下几个阶段：

孪生制造

孪生制造的应用，将会经历从碎片化到一体化、从局部到全局、从静态到动态的过程，逐渐涵盖研发设计、制造过程、服务运营的全流程。

一是局部孪生制造阶段。虚拟设计、虚拟产品、虚拟工厂、虚拟工艺等伴随着设计、生产、管理软件及工具的出现而兴起，当前仍处于碎片化、局部孪生制造阶段。软件和信息系统散落在工业生产的各个环节，在虚拟空间尚没有形成一个系统的整体，单机设备、单项环节、单一场景的虚拟化应用带来的是局部环节效率的提升，不同环节之间的整合尚需要人为活动的介入和物理过程的实现。

二是静态孪生制造阶段。随着虚拟化进程的不断深入，制造业产品、装备、工艺及制造过程各环节在赛博空间构建起数字孪生、实现虚拟映射，在虚拟环境下构建起与现实世界制造全流程对应的生产体系，在建立物理制造过程运行一个周期之后，即可实现生产过程数据互联互通、流程衔接有序和资源高效配置，虚拟世界可以实现对物理世界运行规律的模拟、仿真并持续优化。

三是动态孪生制造阶段。在静态孪生制造的基础上，人员、机器、物料、工艺、环境、产品等各种要素在虚实空间进一步实现完整、实时、动态对应，现实生产运行状况都能够实时反映到虚拟空间，虚拟空间优化后的决策能够实时地反映到现实生产活动中。虚拟与现实已不是存在简单映射关系的“孪生体”，而是相互联接、相互传控、相互作用的统一体。

孪生制造的应用，将会经历从碎片化到一体化、从局部到全局、从静态到动态的过程，逐渐涵盖研发设计、制造过程、服务运营的全流程。

孪生服务

随着物联网技术的成熟和传感器成本的下降，很多工业产品，从大型装备到消费级产品，都使用了大量的传感器来采集产品运行阶段的环境和工作状态，并通过数据分析和优化来避免产品的故障，改善用户对产品的使用体验。

数字孪生帮助矿业公司在投入资金和劳动力之前，对矿场开采方法的风险与回报进行评估。此外，数字孪生还帮助矿业公司探究替代燃料、货运排程以及能源与水资源依赖度带来的影响。

数字孪生已在可再生能源方面得到广泛应用。在这个领域峰值风机效率是关键，功率输出随风速等不可控变量上下波动。在发电厂层面，关键设备发生一次故障就会造成设施停运数月之久。数字孪生能够用于强化预测性维护排程。

孪生世界

数字孪生将会在更多领域发挥更为重要的作用，特别是随着传统的建模仿真技术与物联网、大数据、人工智能技术的进一步融合，数字孪生的价值和作用将会得到更大的体现。

图 16：数字孪生在多领域得到应用

	制造	建筑	医疗	城市
应用场景				
孪生对象	数字孪生产品 数字孪生产线 数字孪工艺	数字孪龙骨 数字孪管网 (结构、风、水、电)	数字心脏	数字建筑 数字管网 数字交通 (车、路、灯)
实现载体	MBD MBe MBm MBs	BIM (Building Information Modeling)	达索 Living Heart	达索3D EXPERIENCE City
效率提升	研发周期由8-9年缩短至5年 实物仿真几百次缩短几十次 降低生产成本25%以上	降低5-10%的建造成本 缩短10%建造工期 避免60% 的返工	减少手术风险度 提高药剂作用精度 快速制定个性化治疗方案	应急处置效率提升30% 城市拥堵率降低25% 减少城市管理成本
功能价值	产品性能改良 制造流程优化 设备运行监控	建筑物结构设计 建筑物各类资源优化 应急方案预演	器官状态监测 心脏手术预演 药物扩散模拟	城市规划辅助设计 区域状态异常预警 城市资源全局优化配置
发展阶段	由单设备设计、生产、运维到多设备互联、协同、优化	由单体建筑物仿真模拟到建筑群间资源优化配置	由单个脏器监测、模拟到多器官协同治疗	由单一城市监控、优化到多城市联动、资源配置

资料来源：阿里研究院

案例：孪生城市——宏观的数字孪生

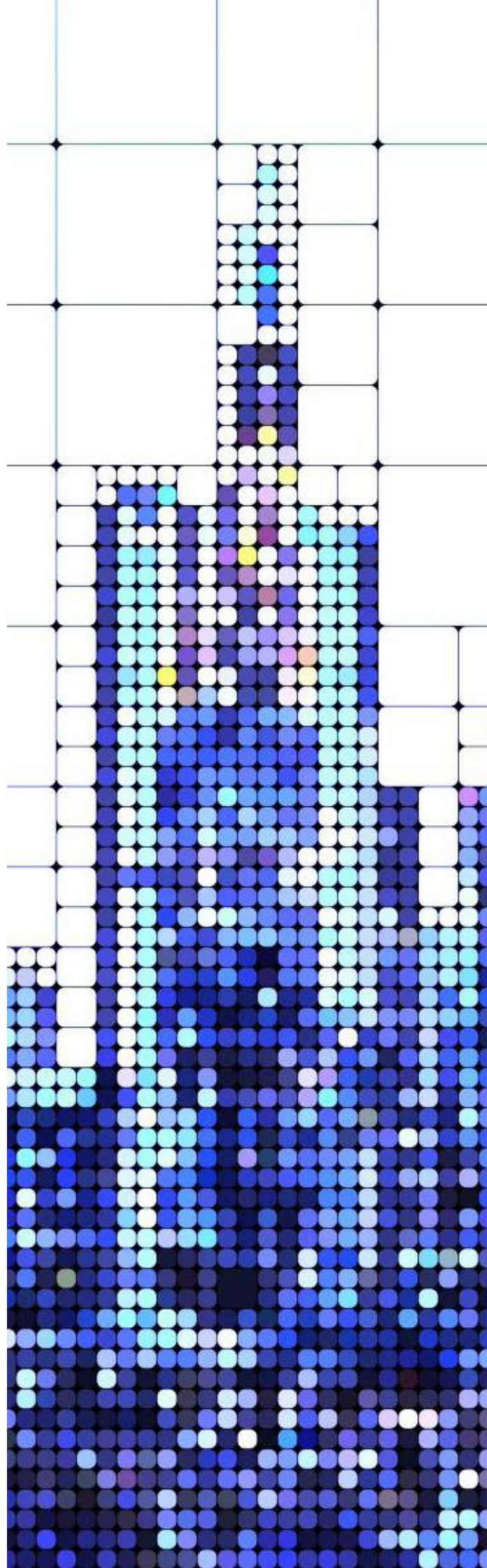
近20年来，智慧城市建设花费巨资，却没有根治“城市病”。数据多效果少是第一大挑战。每年铺设大量摄像头、线圈等硬件设施，一个城市的全部摄像头记录的视频数据量，相当于1000亿张图片，一个人要看完所有视频大约需要100多年。在复杂多变的交通网络中，安装单点智能摄像头、智能红绿灯属于指标不治本，拥堵路口、治安事件会动态转移到附近路段，老问题产生新问题，怎么都管不完、治不好，市民的全局出行效率并没有得到整体提升。

以阿里云的弹性计算与大数据处理平台为基础，结合机器视觉、大规模拓扑网络计算、交通流分析等跨学科领域的顶尖能力，在互联网级开放平台上实现城市海量多源数据收集、实时处理与智能计算系统。

阿里云ET城市大脑具有四大超能力：

超能力一：机器视觉认知能力，提升城市视频数据价值与感知能力。城市大脑通过接入所有主流厂商的摄像头、传感设备，在不同视频质量、光照、天气、夜晚等实战场景中，能够根据细节差异快速有效识别出人、车、事（故）、物。一个城市数万路摄像头传输的视频流，在阿里云弹性计算平台上，全量分析而无遗漏，突破人力巡查无法覆盖的全城“盲点”、“沉睡数据”，以算法自动监控全量数据，是对警力资源最大的释放，是雪亮工程的神助攻。依靠阿里云强大的流计算技术、视觉计算加速等独门秘籍，实时分析全城视频数据流，一旦发生交通事故、治安事件，城市大脑向交警总队“秒级报警”、红绿灯策略动态制定、车流诱导（高德导航），城市大脑保障每位市民安心出行。

超能力二：全量数据平台建设能力，提升城市“数据密度”与“微粒管理”水平。一朵城市云极大降低了数据资源共享流通的成本，在“十一五”、“十二五”多年建设基础上，终于建立起统一共享的“数据中台”（城市数据资源平台）、一体化“数据语言”（城市数据定义与标准），帮助政府主管部门向公共服务产业生态圈开放。借助经过“双11”实战检验的EB级数据实时计算能力，城市大脑首次实现了上百PB数据的在线存储以及每日PB级别的计算吞吐能力，计算请求响应时间控制在3秒以内，实时数据接入延时低于200ms，以超高密度数据平台支撑城市精准运营。

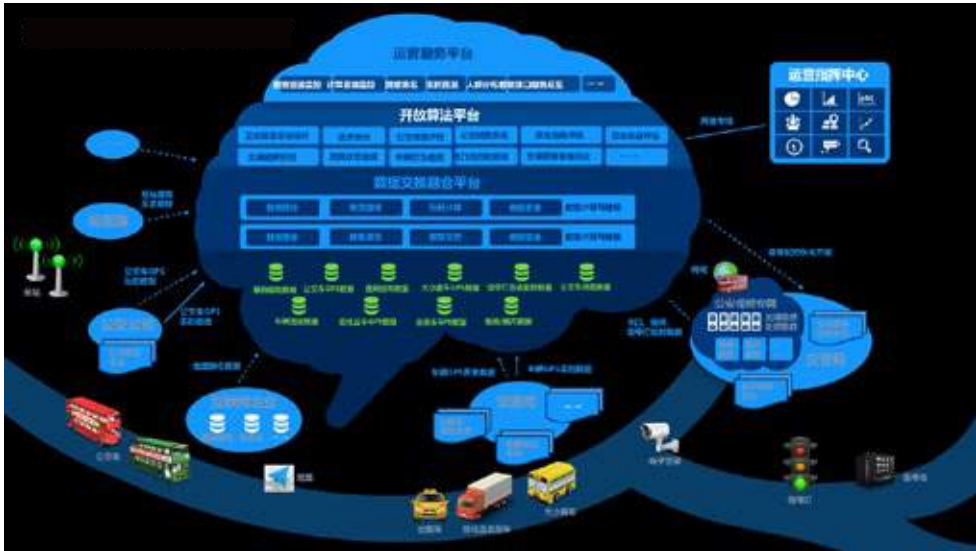


在杭州萧山区，通过阿里云 ET 城市大脑自动调配红绿灯，让 120 救护车到达现场时间缩短了一半；杭州目前已经实现交通信号灯的智能配置，试点区域通行时间减少 15.3%。

超能力三：交通网络协同与交通博弈预测能力，大规模动态拓扑网络下的实时计算。构建大规模城市交通网络扰动模型是很多交通干预手段的先决条件，比如在拥堵路口的某个方向加大或者减小放行，会对交通网络的其它环节产生什么连锁反应与潜在影响，例如交警制定交通干预措施后，城市大脑能够根据实时路况准确预测未来网络状态的演化过程，帮助城市管理者获得更优决策支撑与效果。全城 AIoT 实时协同，车辆调度与信号灯系统实现网络协同。交通信号的调解对实时交通状态的影响具有一定的滞后性。与信号系统的协同计算，目的是让控制系统能够提前对交通流状况做好准备，逐步的对交通状况进行调节以平稳过度。在杭州萧山区，通过阿里云 ET 城市大脑自动调配红绿灯，让 120 救护车到达现场时间缩短了一半，在分秒必争的急救路上，用技术为患者开出一条“绿色生命线”。而且借助 ET 城市大脑的力量，杭州目前已经实现交通信号灯的智能配置，试点区域通行时间减少 15.3%。

超能力四：结合动态的交通出行、商业活动、人群密度等活数据，实时分析城市规划和管理对于城市整体发展参数系统的影响，人机互动模拟城市政策、愿景、效能等场景，帮助城市规划师迭代升级全局设计方案，实践面向城市日常运营的动态数字城市规划。

图 17：杭州数字孪生城市已现雏形



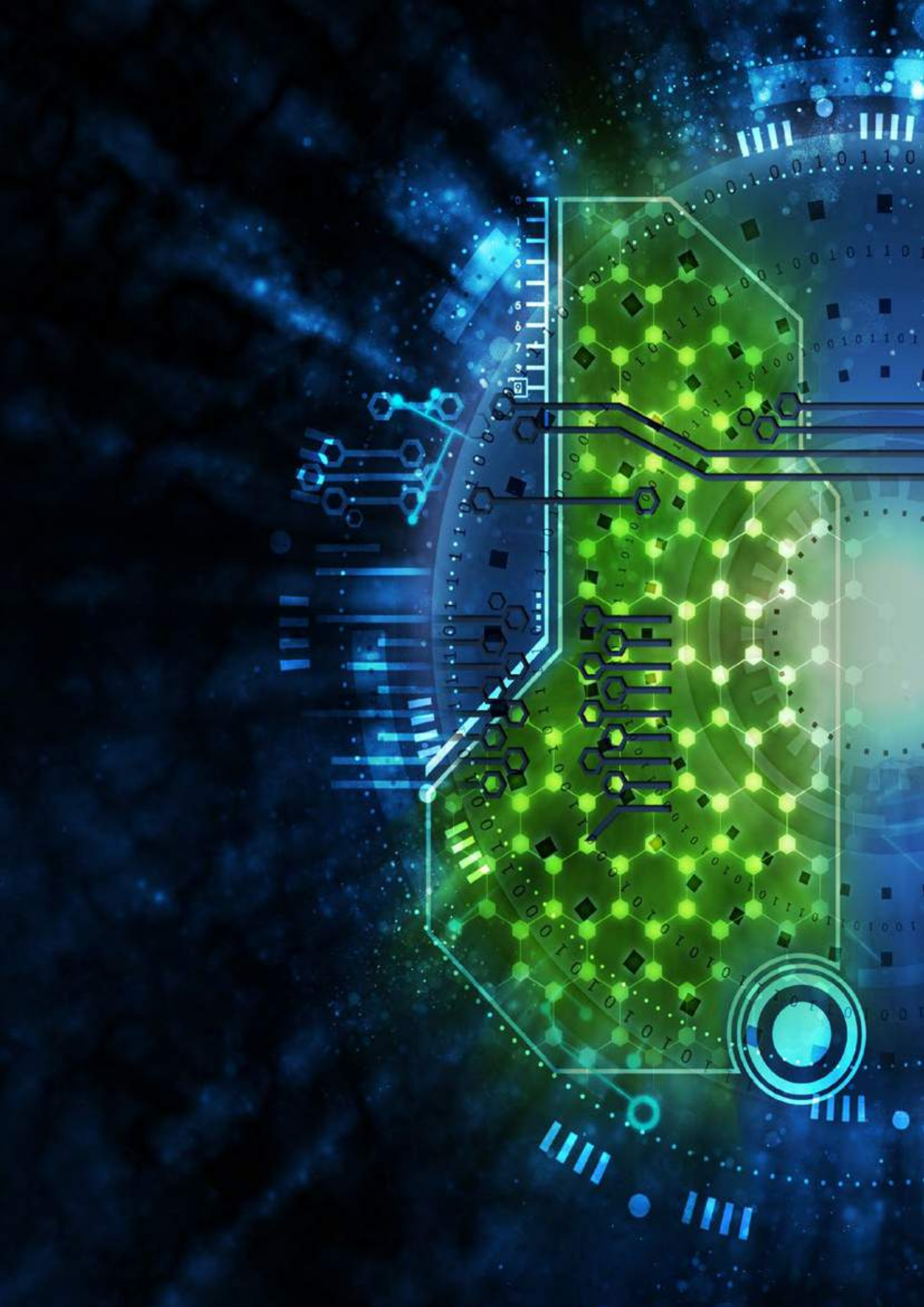
资料来源：阿里云研究中心

案例：孪生心脏——微观的数字孪生

达索公司的“跳动心脏”的项目，参与者包括45名医学专家以及美国食品和药品监管局（简称FDA）等监管机构。达索系统公司的科学家们使用标准的48处理器工作站，每次心跳精确的生物机械力需要大约4个小时来进行计算。他们成功地捕捉到如何通过每股肌肉纤维来产生电力，以复制出人类心脏的真实动作。在准确地描绘整个物理过程后，模型就会自己建立起来。模型能够让医生使用软件编辑器来调整心脏的形状和组织特性，从而研究先天性缺陷和心脏疾病。心脏手术专家可以事先借助3D模型进行手术预演，规划手术步骤，甚至练习接触受损区域。亲眼看到3D版的心脏缺陷，有助于外科医生规划最佳手术方案。医疗设备制造商则可以借助这种仿真3D心脏模型来了解疾病状况和进行创新测试实验，而无需在动物身上做实验。达索公司开发出的3D平台，可以让人直观地看到电脉冲和肌肉纤维收缩的全面的3D图像，正是电脉冲和肌肉纤维的收缩让人类的肝脏能够发挥自己的魔力。

未来该项目会根据每个人来制作3D心脏模型。医生们将先使用达索系统公司普通的心脏跳动模型，然后再进行修改，反映出磁共振成像和超声心动图检测出来的病人自身心脏的行为。例如，如果在心脏病发作之后心脏的某个部位受损，医生们会观察物理变化，并且模拟各种不同的治疗方案来确保合适的血流量。毫无疑问，未来的医生在对病人开膛剖肚之前，必然会先在3D仿真心脏上“练练手”。

“跳动心脏”成功地捕捉到如何通过每股肌肉纤维来产生电力，以复制出人类心脏的真实动作。



第七章

展望 2030

- 展望 2030，世界将经历新一轮解构与重组。新一代信息技术将再造物理世界的镜像，从分时到实时、从宏观到微观。产品、个体、组织、产业、世界都将经历从 1 到 0——微粒化的解构，智能化的重组。人类对世界的认识尺度将达到前所未有的颗粒度，“数据 + 算法 + 算力”的决策机制将成为人类应对不确定性的一种全新形式。

七、展望 2030

从 1 到 0

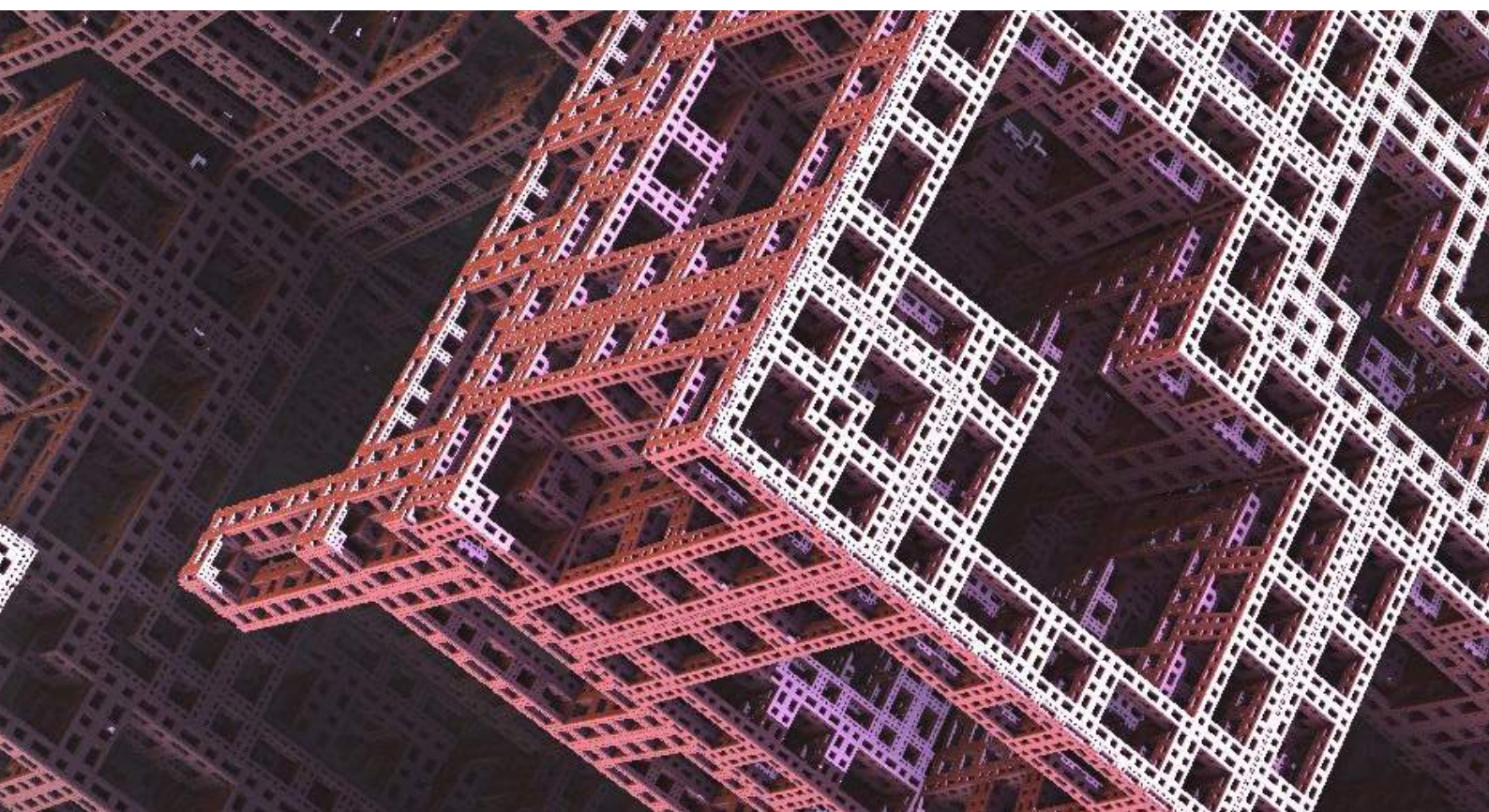
从今天到 2030，世界将经历新一轮解构与重组。新一代信息技术将再造物理世界的镜像，从分时到实时、从宏观到微观。产品、个体、组织、产业、世界都将经历从 1 到 0——微粒化的解构，智能化的重组。人类对世界的认识尺度将达到前所未有的颗粒度，“数据 + 算法 + 算力”的决策机制将成为人类应对不确定性的一种全新形式。

零离线万物智能

离线将成为课本上的一个概念。智能世界源于万物互联带来的万物感知和万物智能。伴随着感知、联接能力全面提升，人与物将在数据构筑的智能环境中进行交互。智能设备将占领生活、生产的各个领域。人、机关系将由过去单向变为双向，智能设备将大大拓展人类能力的边界，提升机器运行的效率。

零标签微粒人生

万物智能一方面将个体的时间、需求进一步切分，另一方面将识别个体的成本大幅降低。每个人将成为组成这个世界的具体微粒，而不是作为一个标签代表的群体。建立在个体基础上的以平均值为判断依据的科学规律，将会在浩瀚的数据面前失去价值，而针对每一个“单体”的个性化的分析和判断，将成为社会发展的新趋势。



零边界液态组织

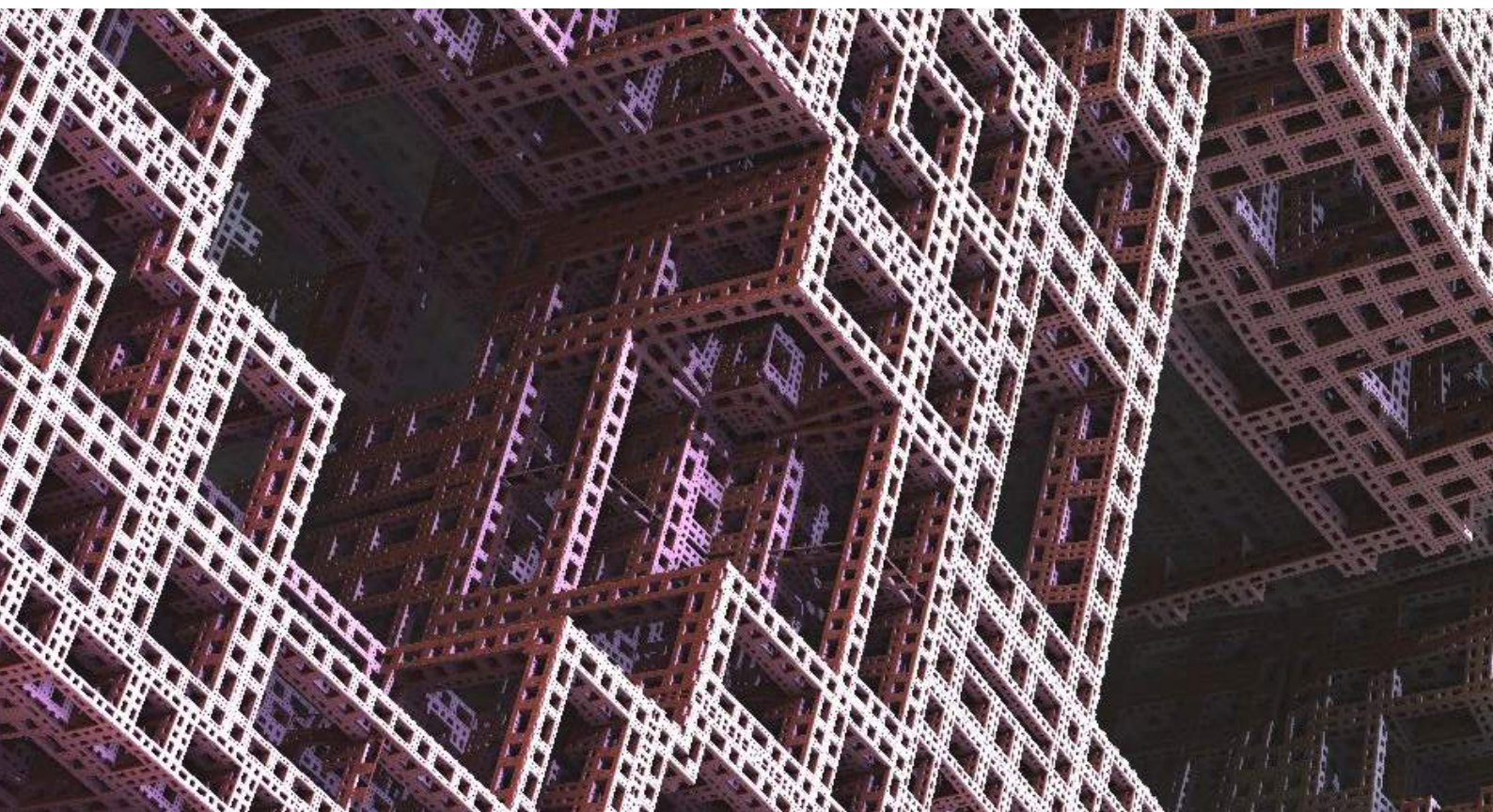
企业内部和外部的边界逐渐模糊，组织液态化，“自由组合、自由流动”。企业家指挥的生产变少了，而交易活动变多了。液态组织仍然存在部门，但部门的边界已不清晰，组织成员长期处于“共同创业”状态，随时随着组织目标的变化而变化。大量的商业流程被流动的数据所驱动，并在企业之间展开灵活组合，新的组织边界也呈现为一种网状交融的格局，企业组织由此将进一步走向开放化、社区化。

零错配协同网络

类似碳基生态系统的硅基生态系统出现。围绕着创业创新，不断衍生出种种无法人为设计并且彼此协作的机构，种类繁多、功能齐全、配合默契。从功用并立到联合协同，从线式供给链到非线式网状协同生态，从非触摸模式到触摸模式，从粗放效劳到精准效劳，从单一渠道支持到系统支持，从纵向一体到全位一体，从单一空间到多维空间，这些改变最大极限地凝集和释放了企业创新活力。协同生态系统的资源配置模块最终可以整体实现“零错配”的完美状态。

零缝隙孪生世界

孪生世界在物理世界和数字世界之间建立准实时联系，实现物理世界与数字世界互联、互通、互操作。过去几十年数据量的爆炸式增长意味着物理世界的数字孪生。未来，物理世界的数字镜像将从分时到实时、从宏观到微观不断完善，形成一个完整的数字孪生。其作用从辅助人类进行物理世界的改造，进化到决定物理世界改造，甚至创造超越人类想象的新世界。



参考文献

- 阿里研究院 2018, 数字经济体: 普惠 2.0 时代的新引擎.
- 阿里研究院、贝恩 2018, 新零售下的品牌变革.
- 阿里研究院、毕马威、数字经济论坛 2018, 2018 全球数字经济发展指数.
- 阿里研究院 2017, 数字经济 2.0.
- 阿里研究院、阿里巴巴集团商家事业部 2017, 云服务重构新零售.
- 阿里研究院、BCG 2017, 中国互联网市场白皮书.
- 阿里云研究中心 2018, 工业大脑白皮书: 人机边界重构 - 工业智能迈向规模化的引爆点.
- 阿里云研究中心 2018, supET - 打造共生型工业互联网平台生态.
- 阿里云研究中心 2018, AI 时代零售业的智能变革.
- 阿里云研究中心 2017, 智能产业, 云上转型.
- 埃森哲 2017, 互联网+: 制造业向智能服务转型的新引擎.
- 埃森哲 2016, 工业互联网: 挖掘不可见数据的价值.
- BCG 2018, 杀手级应用以及人工智能的颠覆性潜力.
- BCG 2018, 如何打造数字化能力和实践.
- BCG 2018, 数字化影响力.
- 陈果 2018, 零售数字化: 数字化孪生和人际数字化.
- 陈旻 2018, 5G 将带来怎样的产业变革与投资机会.
- 仇保兴 2018, 走向分布式、自组织的智慧城市.
- Christoph Kucklick 2017, The Granularity Society.
- 德勤 2018, 工业 4.0 全球影响报告——你准备好了吗.
- 德勤 2018, 2018 中国智能制造报告.
- 德勤 2018, 工业 4.0 与数字孪生.
- 德勤 2017, 工业 4.0 与制造业生态圈.
- 德勤 2017, 释放物联网工业领域价值.
- Ericsson 2017, Ericsson Mobility Report.
- 冯升华 2018, 从智能制造到工业复兴.
- 高红冰 2018, 寒武纪生命大爆发与数字时代商业物种大爆发.
- 高红冰 2018, 穿越数字黑洞.
- 高红冰 2018, 数字经济创新的中国故事.
- 高红冰 2017, 新零售成为中国数字经济的加速器.
- 高红冰 2017, 告别公司, 拥抱平台.
- GSMA 2017, The Mobile Economy.
- Hey, Tansley & Tolle 2009, 第四范式: 数据密集型科学发现.

华为 2018, 打开智能世界产业版图 .

IBM 2009, A Vision Of Smarter Cities.

计算机集成制造系统 2018, 数字孪生及其应用探索 .

林雪萍 2018, 数字孪生点亮制造业的影子世界 .

林雪萍、赵光 2018, 论数字孪生的十大关系 .

MIT Technology Review 2017, Helsinki Hopes This App Will Make People Ditch Their Cars.

麦肯锡 2018, 建立可扩展的工业物联网技术架构, 释放价值 .

麦肯锡 2018, 跑赢 IT/OT 融合的最后最后一公里, 避免陷入工业 4.0 试点困境 .

麦肯锡 2018, 自动驾驶汽车与汽车业的未来 .

麦肯锡 2018, Smart Cities: Digital Solutions For A More Livable Future.

信息化百人会 2017, 2017 年度数字经济报告 .

安筱鹏 2018, 拥抱“数据 + 算法”定义的新世界 .

安筱鹏 2018, 工业互联网平台演进带来的技术变革与挑战 .

安筱鹏 2017, 从工业云到工业互联网平台演进的五个阶段 .

安筱鹏 2017, 把握工业互联网平台发展的战略机遇 .

梅宏 2018, 我国数字经济发展迎来“换道超车”新契机 .

普华永道 2018, 中国是否准备好迎接智能化时代 .

普华永道 2018, 科技赋能 B 端新趋势 .

普华永道 2018, 年人工智能技术十大趋势

普华永道 2017, 拥抱人工智能和物联网, 开启变革新时代 .

清华大学科技政策研究中心 2018, 中国人工智能发展报告 .

全球化智库 2018, 世界智能制造发展报告 .

时培昕 2018, 数字孪生的应用和意义 .

陶飞 2018, 数字孪生车间: 一种未来车间运行新模式 .

杨军 2018, ET 城市大脑为城市装上数据“操作系统” .

杨军、田丰 2018, 城市大脑: 探索“数字孪生城市” .

曾鸣 2018, 智能商业 .

中国信息通信研究院 2018, 物联网白皮书 (2018 年) .

中国信息通信研究院 2018, 2018 世界人工智能产业发展蓝皮书 .

中国信息通信研究院 2018, 新理念新模式新动能——新型智慧城市发展与实践研究报告 .

中国信息通信研究院 2017, 中国工业互联网发展研究报告 (2017 年) .

中国信息通信研究院 2017, 智能硬件产业发展白皮书 (2017 年) .

作者

程 欣 阿里研究院高级专家 longhai.cx@alibaba-inc.com

宋 斐 阿里研究院资深专家 fei.song@alibaba-inc.com

粟 日 阿里研究院专家 suri.sr@alibaba-inc.com

吕志彬 阿里研究院专家 zhibin.lv@alibaba-inc.com

晓 坪 阿里研究院研究员 xiaopeng.axp@alibaba-inc.com

张笑容 阿里研究院顾问 微信 zhangxiaorong1609

视觉设计

孟 飞

阿里研究院简介

阿里研究院成立于2007年4月，发轫于网商研究，生长于阿里巴巴生态，基于前瞻的理念与洞察，海量的数据，丰富的案例、复杂演化的生态。经过10多年的不懈耕耘，已经在宏观经济、新消费与新零售、新金融、互联网与高科技、涉农、物流与供应链、互联网+制造业、生态系统与服务业、全球化与eWPT、创新创业、就业、财税、数字经济与前沿技术、数字经济新治理等领域取得丰硕的成果，近5年累计产出近百份报告，大量数据、观点被国家决策部门、国内外研究机构、研究学者引用，被国际权威机构认定为全球领先的企业型智库机构。

