



未来十年，全球数字经济最重要的主题之一是数字基础设施的重构、切换与迁徙，以及基于新型数字基础设施的商业生态再造。

以物联网、云计算、边缘计算、人工智能、移动化、数字孪生等为代表的智能技术群落，在不断融合、叠加和迭代升级中，为未来经济发展提供高经济性、高可用性、高可靠性的技术底座，未来 10 年将是新型数字基础设施的安装期。新一代信息技术发展将推动人类社会进入一个全面感知、可靠传输、智能处理、精准决策的万物智联（Intelligence of Everything）时代。

从商业视角来看，伴随着消费者主权的崛起，商业系统变得越来越复杂，这种复杂来自于客户的个性化，来自于产品和服务的复杂性，来自于场景的多样性与复杂性，来自于供应链的复杂性等等方面。面对商业系统的复杂性，传统的“数字基础设施”越来越力不从心，业界都在思考如何重构数字经济新的基础设施体系。

在这场大变局中，AIOT、工业互联网、数据中台、业务中台、微服务化等新技术、新概念、新实践、新战略的兴起，预示着这场商业和技术大变局才刚刚开始。今年 1 月 11 日阿里举办了 ONE 商业大会，提出 2B 战略阿里商业操作系统，9 月 28 日云栖大会进一步明确阿里商业操作的就是构建数字经济时代的基础设施。如何看待未来技术和产业变革的趋势，是业界共同思考的问题。

我们今天思考的工业物联网，就是数字经济基础设施体系的一个重要组成部分，我们如何来认识工业物联网及数字化转型？可以从四个角度去思考。

一、工业物联网：从单机智能到系统智能

回到今天的主题工业物联网，我们首先需要思考的问题是如何从单机智能走向系统智能。什么是智能？罗素有一句经典的话“智能始于征服恐惧”。我们人类恐惧什么呢？不确定性。今天我们面临着各种各样的市场变化、竞争变化，归根结底是因为我们对未来感到了不确定。

那什么是智能？智能是一个主体对外部环境的变化做出响应的能力。这个主体可以是机器、工厂，还可以是个人、研发团队、企业等等，更重要的是这样一个主体对外部环境的变化能不能做出一个实时的响应。

工业物联网本质就是这样的一个智能系统，可以对客户的需求做出实时、低成本、高效的响应。今天的物联网、大数据、云计算、工业互联网等，对于一个企业有什么价值？这首先就要回归到企业的本质。企业竞争的本质就是资源配置效率的竞争。

今天物联网、大数据、云计算、工业物联网等信息技术对于企业的价值，可以简化为、浓缩为数据加算法，提高企业决策的精准度、科学性、低成本和更高的效率，来促进企业资源的优化配置。

我们可以看看企业需求信息明确之后，信息如何在企业的经营管理、产品设计、工艺设计、生产设计、过程控制等每一个环节去流动。过去信息的流动是基于文档、纸张的传递，今天我们是基于模型，包括几何模型、性能模型、工艺模型的信息流动。

我们思考什么是数字化、什么是智能化的时候，不仅仅要看到机器人、数控机床等逐步替代体力劳动者，我们还要去思考在研发设计、工艺生产、制造的每一个过程中，是不是逐步减少人为干预，能不能替代更多的管理人员、工艺人员、研发人员，这是数字化转型更本质的一个涵义。把正确的数据、在正确的时间、以正确的方式传递给正确的人和机器，我把这定义为数据的自动流动。

因此，数字化转型的本质就是在“数据+算法”定义的世界中，以数据的自动流动化解复杂系统的不确定性，优化资源配置效率，最后构筑企业新的竞争能力，为客户创造更高的价值。

今天的世界变得越来越复杂，这种复杂来自于产品的复杂性、客户的需求、供应链、市场变化等等因素。对于企业信息化、数字化转型而言，我们如何能够通过“数据+算法”决策机制、数据的自动流动来化解复杂系统的不确定性。

我们看看 IoT 时代、万物智能时代，产品和系统演进的逻辑，其中最显著的一个特征是硬件通用化、服务可编程，控制和优化的技术和功能在不断地解构和重组，体现在消费电子、农机设备、车间设备、工业软件上。

消费电子：4年前的在一次研讨会上，有一个专家说工业 4.0 最大特征就是定制化，另一位专家说苹果作为全球市值最大的公司，其生产规模超过了 100 多年前福特规模化生产。一百年前的汽车的规模化和今天苹果的规模化有什么不同？我们看到，消费电子产品对功能进行了“解构”和“重组”，虽然大家都

在使用同一款苹果手机，但各种功能可能不一定完全一样，这取决于我们下载的各种 APP、取决于各种应用服务。



农机设备：农业机设备的控制和优化也在不断解耦。美国一家有近 180 年历史的制造企业——约翰迪尔公司，在三年前给我们介绍农业机械设备的如何传输到云端，如何把云端的数据优化处理后与当地土壤、天气等信息集成，再反馈回来优化农业机械设备的运行，约翰迪尔的农机产品功能在解耦，从单机优化演进到了云端优化。

工厂设备：研华及一批自动化厂商正在解构工厂设备的控制和优化系统，从电子控制、软件控制演进到边缘优化、云端优化。

软件系统：我们曾去调研过阿里云在广东的一个生产灯具的客户，叫雅耀，他们几个车间的云 MES 用的非常好，构建了一套对工业软件开发、利用、使用的一种新的模式。传统的软件体系正在解构和重组。

因此，无论是手机智能终端、农业机械设备等，产品功能都在解耦，还是今天工厂设备数据的管理控制优化也都在进行解耦，整个软件体系也在解耦。

从万物互联到万物智能

控制系统分层将软硬件的分离解耦，打破过去的一体化硬件设施，实现“硬件资源的通用化”和“服务任务的可编程”。

“硬件通用化”和“服务可编程”技术演进动力是：快速应对各种不确定性。



今天无论是硬件、软件，都面临一个新的时代，这个时代就是不断的解耦与重构。哈佛商学院大学教授迈克尔·波特在过去的几年中，围绕工业物联网、万物互联发表了三篇重要的文章，非常经典。他认为，未来的智能互联设备有4个主要功能模块，包括动力部件、执行部件、智能部件、互联部件，可以实现设备的可监测、可控制、可优化。针对智能部件，过去机器设备的控制是基于机械的控制，后来演进到基于电子的控制，再后来是软件的控制，再后来是边缘的优化，然后再演进到云端的优化。

无论是手机、农业机械以及工业软件的本身，打破了过去的一体化硬件设施，通过将软硬件分离解耦，实现“硬件资源的通用化”和“服务任务的可编程”。未来硬件提高资产通用性，遵循的是规模经济，像富士康给苹果代工手机一样，产量越大成本越低，可大规模、标准化生产。软件丰富产品个性化，遵循范围经济，企业从提供同质的硬件产品向提供多样化的产品转变，满足多样化需求。

智能的本质是一个主体对外部环境的变化做出响应的能力。这种能力不仅仅体现在单机设备的智能化，引进了智能生产线，企业能不能对外部环境的变化做出实时响应呢？如果企业能不断地去把硬件通用化，把软件分离出来的时候，这样的系统智能就能够不断适应客户的需求。

这样的变化正在从设备级，包括电子产品、工业设备这样的控制系统演进到系统级。我们今天提到的无论是工业物联网还是工业互联网，最本质的逻辑就是单机设备的解耦、解构、重组演进到系统级，我们今天看到的设备边缘计算、PaaS、SaaS的这样一个物联网体系正在演变成硬件和OS的控制系统，通过边缘优化，然后是云端优化，可以在更大的空间尺度范围内通过系统化的智能来解决面临的问题。



技术解构与重组：从设备级到系统级 工业物联网：从单机智能到系统智能

- 硬件提高资产通用性，遵循**规模经济**，可大规模生产标准化产品，降低生产成本。
- 软件丰富产品个性化，遵循**范围经济**，企业从提供同质产品向提供多样化产品转变，满足多样化需求。



二、数字化转型的基本矛盾：企业全局优化需求与碎片化供给之间的矛盾

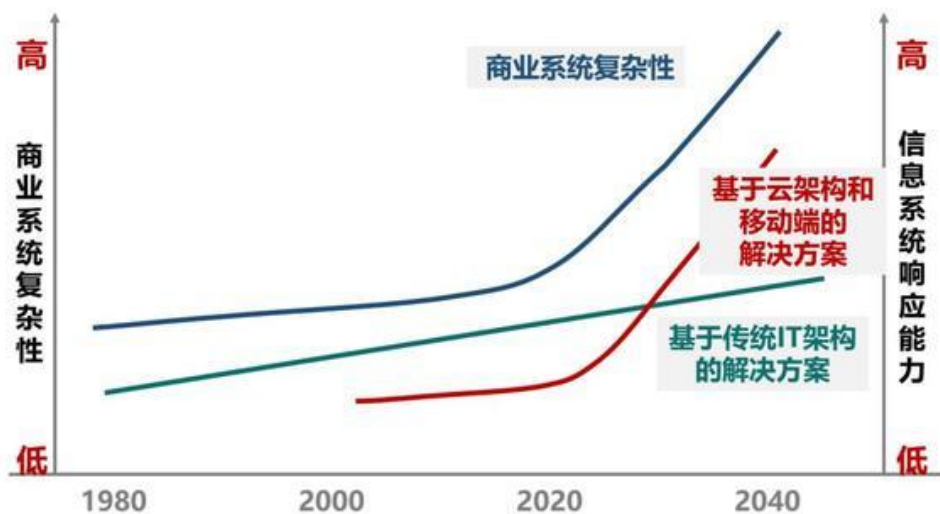
我们今天面临着数字化转型、物联网、工业互联网等各种各样的问题和挑战，这些问题和调整的本质是什么？概括成一句话，供大家深入思考，当前数字化转型的基本矛盾就是企业全局优化的需求和碎片化供给之间的矛盾。美国《哈佛商业评论》分析当前数字化转型面临的问题，德国提出了工业 4.0，中国提出了两化融合的四个阶段，德国工业 4.0 有三个核心词，横向集成、纵向集成、端到端集成，中国后来提出综合集成。之前我常提到一个词叫做“集成应用陷阱”，也可以叫做“集成应用困境”。我们知道，中等收入陷阱是指发展中国家工业化进程中人均收入达到中等收入水平时，就会面临一系列挑战和问题。今天挑战性对于数字化转型、工业物联网来说也是一样的，单机应用比较容易，但是跨系统的数据互联互通互操作后就变得极其复杂。

我们当前面对这么多问题，又是如何产生的？彼得圣吉在《第五项修炼》书中有句话非常经典“今天的问题源自昨天的解决方案”。过去，我们看到 ERP、各种研发工具、车间里的制造系统 MES 等等，其基本逻辑都是解决一个“点”的问题，然后试图解决一个“线”的问题，但是今天企业面对的是一个“面”、一个“体”的问题，原有的这套解决问题的思路就根本上不可能解决今天企业面临的全局优化需求。

三、数字化转型 2.0：如何定义这个时代

在数字化 2.0 时代，我们来如何定义这个时代？商业系统变得越来越复杂，而原有的基于传统 IT 架构的解决方案与商业系统复杂性之间的差距越来越大，我们需要构建一套新的解决方案。这就是由工业互联网、工业物联网、云计算、边缘计算、移动端、中台等等概念所构建的新型数字基础设施，只有这样才能适应商业系统的复杂性要求，这也是从数字化转型 1.0 与数字化转型 2.0 的本质区别。

信息技术体系架构大迁移时代的引领者



这种变化可以从不同主体的视角来观察：

从甲方的角度看，从品牌商、制造商、物流商、金融机构等数字化转型的主体看，有两个变化。

第一，在数字化转型 1.0 时代，我们思考的问题是如何面对一个确定性的需求，而今天我们需要面对的是一个更加不确定的需求，个性化的、更加复杂的需求。

第二，我们过去思考的问题是如何优化企业经营的效率，今天在 2.0 时代，需要去思考信息系统能不能支撑企业的产品创新、业务创新、组织创新、管理创新。

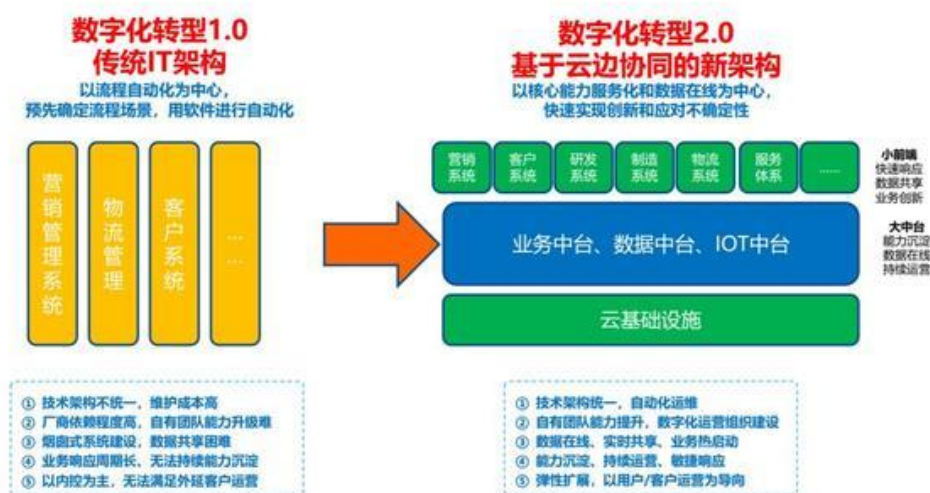
新基础设施：数字化转型1.0 VS. 数字化转型2.0

		数字化转型1.0	数字化转型2.0
时间		1990年代——20世纪初	2016年后
代表性技术		IT技术：PC+传统软件	DT技术：云、管、端、AIOT为代表的新技术群落
需求端	需求特征	相对确定性需求	不确定性需求
	主要诉求	如何提升经营效率	如何支撑创新迭代
供给端	核心理念	以企业内部管理为核心	以客户运营为核心
	技术体系	封闭技术体系	开放技术体系
供需端	交付价值	解决方案	智能化运营

从乙方的角度，从解决方案的供给端来看有两个变化：

一是核心理念需要发生变化，过去所有的客户关系管理、企业资源管理、制造执行等等系统，核心问题是解决企业内部的管理问题；而今天需要以客户运营为核心，企业是不是构造了一套以客户运营为核心的技术支撑体系。

二是过去的技术解决方案都是封闭的，一套封闭的技术体系怎么可能对客户的需求实时地感知、响应、服务呢？所以我们需要构造一个开放的技术体系，一套基于云计算、边缘计算和移动端的新解决方案。



过去我们给客户的是硬件、软件解决方案，而今天不仅仅需要硬件、软件解决方案，我们还需要跟客户一起为客户的客户创造更多的价值，所以整个架构体系正在不断迁移，从过去“烟囱”林立、对客户需求难以快速响应的技术架构演进到现在，基于云计算、边缘计算、业务中台、数据中台等等之上的各种新的管理架构，这样的演进进程正在起步，目前仅仅是开始。同时，原有的架构体系正在不断地解构，在碎片化的基础上形成一个个微服务的资源池，以及在资源池上的各种各样的组件，然后面向角色、场景、应用快速地解决企业所面临的一些复杂问题。目前，这样的探索也已经开始。

预览已结束，完整报告链接和二维码如下：

https://www.yunbaogao.cn/report/index/report?reportId=1_38004

