

“新 IT” 赋能实体经济
——从中国制造到中国智造的范式跃迁

互联网实验室

2021.07

目录

引言:	3
一、新工业革命呼唤“新 IT”.....	4
(一) 三次工业革命: 工业文明对农业文明的替代.....	4
(二) “新 IT”: 新基建的制高点.....	6
1. 智能时代, 基础设施的代际革命.....	6
2. “新 IT” 的特点和内涵.....	7
二、数字时代实体经济需要“新 IT”.....	8
(一) 对实体经济的再认识.....	8
1. 经典工业化理论.....	8
2. “去工业化”与“产业空心化”现象.....	8
3. 发达国家的“再工业化”战略.....	9
(二) 数字经济时代实体经济的重要意义及发展范式演变.....	10
1. 目前实体经济竞争格局变化的主要特征.....	10
2. 数字经济时代实体经济发展范式演变.....	12
3. “新 IT”: 实体经济转型的引擎.....	13
三、“新 IT” 赋能实体经济: 从智慧产业到智慧生态.....	14
(一) 智慧农业.....	14
(二) 智慧能源.....	15
(三) 智能制造.....	16
(四) 智慧城市.....	17
(五) 智慧生态.....	18
四、“新 IT” 赋能实体经济的路径: 生产方式再造与革新.....	21
(一) 生产组织形式的智能化升级.....	21

(二) 技术组织形式的革新.....	24
(三) 生态结构分布式-集成革新.....	25
五、“新 IT” 赋能实体经济的路线图.....	27
(一) 应用层：产用融合增加对“新 IT”的需求.....	27
(二) 平台层：智能网络和工业互联网增加对云、边服务的需求.....	27
(三) 生态层：多产业平台交互提升对算力、算法、智能生态网络建设的需求.....	28
结语：	29

引言：

制造业是立国之本、兴国之器和强国之基。在业已发生的三次工业革命中，工业特别是制造业的发展、革新改变了世界各国竞争实力的对比，使得新技术、制造业的重要性被各国认可。三次工业革命出现的新技术改变了世界生产、分工、贸易的版图，通过铁路、轮船、飞机、电话线、互联网的连接，将所有国家纳入到工业品生产的体系中，人类社会的经济关系和社会关系也因此发生了翻天覆地的变化。三次工业革命广泛使用的能源动力和基础设施，不仅分别使人类社会进入了蒸汽时代、电气时代、信息时代，其发明的互联网以及大规模自动化、流水线式工业生产体系，也为第四次工业革命的出现提供了坚实的基础。随着 21 世纪之后云计算、大数据、物联网、人工智能技术的突破，第四次工业革命的步伐不断迫近，人类社会即将迈入数字时代。

在前三次工业革命中，中国没能抓住先发机遇，以致在多个行业落后于西方发达国家。经过新中国建国 70 年来的接续奋斗，中国已经成为世界重要的制造业大国，具备最为齐全的工业门类，2018 年中国的工业增加值约占全球的 1/5。面对第四次工业革命提供的“直道超车”、“换道超车”历史机遇，中国正奋力抢占新工业革命的制高点。为此中国在“十四五”规划中专门提出了“围绕强化数字转型、智能升级、融合创新支撑，布局建设信息基础设施、融合基础设施、创新基础设施等新型基础设施”，将基于信息物理融合系统的新型基础设施建设作为迎接数字时代的重点。这不仅是对数字经济时代的前瞻性布局，也是在复杂深刻的全球经济变革背景下构建新发展格局的内在要求。

实体经济的数字化转型，关键要依靠数字化的基础设施，这也给“新 IT”创造了巨大的空间。数字时代的“新 IT”，不单单强调数字化升级、智能转型，更强调的是基础设施革命——通过“端-边-云-网-智”的技术架构，促进实体经济与服务业的深度融合、革新生产组织形式、实现全产业链、全价值链、全场景的数字化，真正将信息技术的力量赋能实体经济，最终满足中国人民美好生活的需要。这也是参与“新 IT”发展建设的所有企业的共同目标和使命。

一、新工业革命呼唤“新 IT”

（一）三次工业革命：工业文明对农业文明的替代

自 18 世纪中叶开始，人类社会因机器和蒸汽动力的大规模使用进入了一个新的时代。1848 年，马克思在《共产党宣言》中写道：“资产阶级在它不到 100 年的阶级统治中所创造的生产力，比过去一切时代所创造的全部生产力还要多，还要大。自然力的征服，机器的采用，化学在工业和农业中的应用，轮船的行驶，铁路的通行，电报的使用，整个整个大陆的开垦，河川的通航，仿佛用法术从地下呼唤出来的大量人口——过去哪一个世纪料想到在社会劳动里蕴藏有这样的生产力呢？”新的产业、新的交通运输方式、新的能源、新的生产组织形式、新的社会关系，均在这一时期出现。社会化大生产和以蒸汽机为代表的新机器的大规模应用，成为了工业革命的标志，工厂制代替了手工作坊，工业产品以高效和更高的品质冲击了传统手工制造品的市场，也昭示着一个新的文明——工业文明对农业文明的替代。

第一次工业革命肇始于英国，纺织业成为第一个工业化生产的新兴产业。飞梭（1733 年）、珍妮机（1764 年）、水力纺纱机（1768 年）、动力织布机（1785 年）的相继发明，大大提升了英国棉纺织业的生产效率，使英国成为了世界棉纺织品的制造中心。随着水利和蒸汽动力的大规模应用，生产组织形式也发生了变化，集中化生产的工厂取代了手工作坊、家庭工厂等生产组织方式；蒸汽动力也将交通运输工具进行了改造升级，火车、轮船、汽车等扩大了英国产品的销售市场，使得棉纺织工业品可以被运送到海外。英国通过出口棉纺织等工业品，换来了其他国家的棉花、羊毛、葡萄酒、铜等初等产品，不断积累着国家财富；英国的劳动人口的就业也更多地集中在新兴的纺织业中，据统计，1820 年英国约 6% 的劳动人口从事纺织业。世界制造业的中心也从东方转移到了西方，传统农业文明下手工制造业大国中国、印度彻底被机械化生产的英国所替代，这也意味着工业文明对农业文明颠覆性的替代。

第二次工业革命伴随着电力、化工领域的新技术产生带动了德国、美国的崛起，电力和石油开始代替蒸汽成为新的能源动力。虽然化工产业由英国人开创，电力等基础知识也为英国人首先发现，但突破性的电力技术、化工技术在美国、

德国得到了大规模生产应用¹，使得重工业成为了这一次工业革命的新兴产业，欧洲特别是德国建立了化学工业体系，其领先优势一直保持到现在。除了电力技术的革新，内燃机的出现使原有的交通工具进行了升级，在钢铁、冶炼、化工等基础工业的推动下，汽车工业开始发展起来。电话（1877年）、电灯（1882年）的相继发明和普及，更推动了城市化进程。为了适应重工业生产的需要，生产组织形式也由集中化变为规模、标准化，在第二次工业革命后期，得益于管理能力的提升，更是形成了流水线生产的组织形式，成为工业化生产的标准形式。在生产效率大幅度提升和消费市场扩大的双重作用下，更多的国家被卷入工业化进程：美国、德国实现了对英国的赶超，分别成为了新旧大陆上的两大制造业强国，美国更是成为世界主要市场；世界更多的其他落后国家彻底沦为工业国的初等产品供应国，国际垂直分工体系也在这一阶段形成。

第三次工业革命以电子信息、生物工程、航空航天等新兴产业为代表，电子计算机和互联网成为了这一次工业革命的通用技术和基础设施，将最先进的工业化程度由机械化推向自动化、信息化。世界最先进的制造业国家仍为西方发达国家，但随着后发经济体工业化赶超以及西方发达国家制造业对外转移的推动，制造业在世界范围内的布局发生了一些变化：地处东方的日本、韩国成为了新的发达国家，在化工、钢铁、汽车制造、轮船制造、半导体等重要制造业领域位居世界前列；中国成为了世界重要的制造业生产大国，2019年制造业增加值约占世界的1/4。在跨国公司的推动下，工业生产的组织形式发生了巨大的变化：从集中于一个国家生产，转变为发达国家负责研发、销售等附加值高的阶段，发展中国家负责生产、加工阶段。这种以价值链为导向的生产组织形式能够顺利实施，除了交通运输成本的大幅度下降外，主要得益于互联网为代表的信息技术的发展，可以将生产的链条更为分散化，同时还能保证产品的品质和效率。

三次工业革命彻底改变了世界竞争格局，新技术和新兴产业最先得到大规模使用和推广的国家，无一例外成为了发达国家；每当最新的产业和技术出现，会极快地围绕制造业中心扩散，以此形成有技术代差的国家竞争力体系，同时先进国家淘汰的产业会向欠发达地区转移，抓住这一浪潮的后发经济体也会以较短的时间实现工业化。在三次工业革命中，新兴产业的变化主要以劳动密集型产业、资本密集型产业、知识密集型产业为主要特征，特别在第三次工业革命后期，先进制造业中的知识/资本占比不断提升，国家创新能力集中体现在先进制造业的

¹ [英]埃里克·霍布斯鲍姆. 工业与帝国：英国的现代化历程【M】. 梅俊杰译，北京：中央编译出版社，2017-7.

竞争力方面。

（二）“新 IT”：新基建的制高点

1. 智能时代，基础设施的代际革命

回顾三次工业革命，通用技术的大规模应用是促进新兴产业产生的重要催化剂和助推器：第一次工业革命的蒸汽、第二次工业革命的电力、第三次工业革命的计算机和互联网，均说明通用技术对催生新技术和新产业的重要性。受益于三次工业革命的发达国家深谙此理，得益于工业化发展的后发经济体也对通用技术无比关注。根据康德拉季耶夫的理论：科技革命的影响会产生 45-60 年的大周期，新技术的影响力随着时间的推移逐步递减，经济也会由繁荣走向衰退。2008 年国际金融危机之后，全球经济进入结构性低迷状态，加之 2020 年“新冠”疫情的影响，未来全球经济更是加剧了不确定性，对新技术、新产业的需求更为迫切。虽然新工业革命尚未到来，但是基于对新技术及战略性新兴产业的把握，全球对未来可能催化新工业革命的技术达成了共识：以人工智能、大数据、云计算、5G 等产业代表的信息技术，以及以基因工程为代表的生物技术是新工业革命的科学基础，其中信息基础设施是顺利实现新工业革命的重要载体。

以人工智能、大数据、云计算、5G 等为代表的“新 IT”，将机械化生产赋能为智能化、网络化。智能化将传统工业的被动属性升级为能动属性，将产品和服务方式在机械化、自动化、信息化的基础上进行了进一步升级，在大数据和算法的支持下，按照服务对象的需求自行进行调整，改变了传统需要人力操控机器进行生产的模式；智能化系统能够自主进行预测、生产、质检、反馈等一系列活动，并且在深度学习模式下能够对未知事物进行预判。网络化则是创造了一个新的领域和市场，打破了被连接物的地域限制，通过虚拟的平台连接使得企业可以在实际地理区域中更为分散；同时网络具有特有的“赢家通吃”现象，又给部分行业的企业提供了迅速扩大的机遇，生产能力无限放大，先发优势无比重要；消费者的体验也将被创新，新的智能终端给生产者、消费者、乃至城市管理者更多的前所未有的应用场景，提升了生产生活水平。而这一切均是在数据的驱动下完成，数字时代的数据成为了生产的核心，智能终端保证网络能够连接到每一个生产者和消费者，同时还需要一系列处理数据的云计算、边缘计算设施。这些新的基础设施在联系物理世界的同时，也创造了一个以数据为核心的网络化、平台化的虚拟世界，两个世界在数据的交流推动下结合得如此紧密，成为了数字时代最主要的特征。“新 IT”就是连接虚实两个世界最主要的载体和通道，这也

与前三次工业革命中看得见的电线、铁路等旧基础设施产生了巨大的不同，是一次质的飞跃。

2. “新 IT”的特点和内涵

传统的基础设施要满足通用性、公共性的要求，“新 IT”除了满足通用性、公共性的要求外，根据智能时代的要求还具备高战略性、强基础性、广辐射性、优效用性的特点。其中高战略性是指“新 IT”本身满足国家对新基建的战略性要求，中央在多次会议中提到了“新型基础设施建设”，即是国家层面对智能时代基础设施的战略性定位。强基础性指的是基础设施本身的特征，“新 IT”作为新型基础设施中的重点，也需要满足为其他产业智能化转型、发展的基础性要求。广辐射性是指“新 IT”的应用范围幅度之广，不仅涵盖了实体经济的各个产业、生产生活的各个参与方，还将新兴产业与传统产业全覆盖，所有行业均可以在“新 IT”的帮助下实现智能化转型。优效用性是对“新 IT”的目标要求，对于“新 IT”覆盖的企业、产业、城市，其生产、管理和服务效率得到大幅度提升，消费者的效用得到更大的满足。

“新 IT”的特点与其内涵息息相关。进入智能时代，“新 IT”代表了基础设施范式的变革，其内涵也有依次递进的三层含义。

我们将其概括为三个 IT，即 Infrastructure Technology、Intelligent Technology、Intelligent Transformation。首先新 IT 作为基础性技术（Infrastructure Technology）构成数字社会的大厦的根基。其次，新 IT 综合应用智能技术（Intelligent Technology），包括人工智能、算力、算法、智能物联、云存储、边缘计算、终端智能等。最后，新 IT 的目标价值在于赋能和引领各行各业智能化转型。

二、数字时代实体经济需要“新 IT”

（一）对实体经济的再认识

新工业革命离不开新技术在工业领域的大规模应用，工业作为物质生产最为重要的行业，也成为实体经济最为重要的组成。但是自上世纪 70 年代，主要发达国家逐步将制造业转移至欠发达国家以来，理论界和实践界对实体经济特别是工业的认识也发生了阶段性变化。

1. 经典工业化理论

在经典的工业化理论中，工业化进程按照对经济发展起主导作用，以及对技术、劳动、资本主要生产要素利用程度不同分为不同阶段，主要可分为：劳动密集型产业阶段（如纺织业）、资本密集型产业（如化工、钢铁）、技术密集型产业（如高端装备制造）、知识密集型产业（如信息产业）。到工业化后期，知识密集型产业大多从工业领域分离出来，工业生产本身也呈现出劳动力占比越来越低、资本构成和技术构成越来越高的现象。这一理论通过发达国家的工业化实践得到了验证，1940 年英国经济学家柯林·克拉克通过计算 20 几个国家的劳动投入和产出情况总结出就业人口在三次产业中的变化规律：随着产业结构的变化，农业中就业人数相对于制造业就业人数趋于下降，随后制造业就业人数相对于服务业就业人数趋于下降。这一理论不仅适用于西方发达国家，对后发经济体工业化中的就业结构变化也能够很好地说明。

虽然发达国家制造业吸纳的就业人口不断减少，但工业化对经济的巨大带动作用使得后发经济体在二战后纷纷开启了工业化进程。恰逢第三次工业革命信息化产业发展浪潮，西方发达国家逐步将劳动密集型产业、重化工产业向其他地区转移，一些采取了适时产业政策的后发经济体在几十年的时间里实现了快速工业化，在某些产业领域还实现了对先发工业国的赶超，日本、以色列、“亚洲四小龙”成为通过工业化进入发达经济体的典型。工业化仍然是欠发达地区实现经济腾飞的唯一路径。

2. “去工业化”与“产业空心化”现象

“去工业化”现象在 20 世纪中期就开始呈现，随着信息技术产业的发展，

发达国家的一些传统重工业基地逐步由繁荣开始衰退，一些地区甚至沦为“锈带”，说明了新技术与新产业在地理层面的重新集聚。“产业空心化”现象是随着跨国企业在全世界活动的扩张，发达国家保留了制造业的研发设计、销售等附加值较高的部分，将生产链中生产加工的部分转移到欠发达地区。这两个现象成为了成功工业化国家的标志，发达国家可以利用金融、服务业获取更多的国家财富，也可以凭借在价值链高端的地位获取更多的附加值。但是 90 年代后一些新兴经济体开始“过早去工业化”，引起了专家的关注，一些专家认为新兴经济体出现的“过早去工业化”现象是其无法顺利跨越中等收入陷阱的重要原因。总得来看，在 2008 年金融危机之前，工业化仍然是后发经济体迈入发达国家行列的主要路径；而发达国家的“去工业化”过程，是后发经济体得以承接其落后产业、建设工业体系的机遇，以美国、英国为代表的发达国家也将产业发展的重心倾斜到金融、IT 及信息服务业领域，对“去工业化”现象的关注度不足。

3. 发达国家的“再工业化”战略

2008 年金融危机之后，发达国家对制造业的认识有了彻底转变。虚拟经济与实体经济的背离给发达国家造成了巨大的经济损失，而德国、韩国等制造业占比较高的发达国家受到这次危机的波动较小、经济恢复速度较快，以及中国为代表的新兴工业国在制造业领域的发展，使得美国等发达国家重新认识了制造业的重要性。随着人工智能、大数据等新兴信息技术的发展，新工业革命即将到来成为了全球共识，实体经济特别是先进制造业对新工业革命的重要性不言而喻，于是发达国家纷纷出台数字时代发展实体经济的战略计划，谋求在新工业革命的发展优势：美国先后出台了《重振美国制造业政策框架》、《先进制造伙伴计划》、《先进制造业国家战略计划》等纲领性文件，德国出台了《德国工业 4.0》，英国出台了《英国工业 2050》，法国出台了《新工业法国计划》等，发达国家不仅关注先进制造业的优势培育，还将制造业发展与数字技术相结合，大力推进传统工业的数字化转型，更希望能够让转移多年的劳动密集型工业回流。发达国家对制造业态度的转变，也说明数字时代实体经济发展转型的重要性。

（二）数字经济时代实体经济的重要意义及发展范式演变

1. 目前实体经济竞争格局变化的主要特征

（1）制造业“东升西降”与货物贸易占比下降

2008年金融危机前后，全球制造业竞争格局就发生了变化：以中国为代表的中等收入国家、东亚和太平洋地区快速崛起，制造业格局呈现出“东升西降”的格局。根据学者的测算，2005年，北美、欧盟、东亚和太平洋地区制造业增加值的比重分别为23.8%、24.3%、31.5%；2017年三个主要地区的比重就变化为17.8%、16.8%和45.6%²，制造业“东升西降”特征明显。东亚地区中国的崛起，成为形成这一格局最为重要的特点：根据世界银行2010年不变价美元计算，2018年中国的工业增加值占世界的比重约为21.35%，约为世界的1/5；而美国的比重约为14.61%，德国的比重约为4.71%、英国的比重约为2.17%；同处东亚地区的日本的工业增加值比重约为7.78%，东亚地区已经成为世界最为重要的制造业地区。

虽然西方发达国家的制造业占比在下降，但是货物贸易占比也出现了下降的趋势。世界银行的数据显示，商品贸易占GDP比重在2008年达到最高点，为51.41%，随后震荡下跌至2019年的44.16%。可以预计，在新冠疫情的影响下，商品贸易的比重很难回到2008年的比重。这也说明近年来服务贸易的比重在不断提升，而金融、IT软件与服务为代表的产业，则是西方发达国家较有优势的产业。

（2）二、三产业融合现象明显

在新技术的推动下，第二、第三产业也出现了明显的变化，过去泾渭分明的产业分界现象越来越模糊。随着技术的进步，机器可以代替人工进行高危工作，加之标准化生产的要求，专门从事制造业生产的就业比重越来越低，相应的则是财务、人力、销售、售后等提供服务的人员比例提升。与此现象同步的是，很多制造业企业不再只是销售实物货品，还将与产品相关的服务、设计等涉及服务业的产品一起销售，消费者也无法区分购买的商品中包含了多少服务的费用³。有

² 李晓华. 制造业全球产业格局演变趋势与中国应对策略【J】. 财经问题研究, 2021(1): 31-42.

³ 夏杰长, 倪红福. 中国经济增长的主导产业: 服务业还是工业?【J】. 南京大学学报(哲学·人文科学·社

学者也专门通过投入产出表计算了中国服务型制造的情况，发现 2000 年-2014 年中国服务型制造水平由 43.77%提升到 47.63%，运输服务投入最高，但呈现下降趋势，金融服务、商务服务、研发设计服务虽然要是投入占比不高，但上升趋势明显⁴。这些微观案例和宏观统计数据均表明，二、三产业融合正在发生，随着数字技术的应用会更为明显。

（3）产业布局本土化、区域化、分散化

随着“逆全球化”和经济保护主义抬头，以及“新冠疫情”的影响，很多国家在生产效率与供应链安全之间选择了后者，这也意味着过去以跨国公司主导的全球价值链分工格局处于重大变革之中。更多的发达国家会致力于吸引制造业回流，将制造业本土化；如果不能马上实现，也会在运输成本、贸易壁垒的作用下，将产业布局在大消费市场周围。可以预见，围绕美国、欧盟、中国三大消费市场，会优先形成地区性的生产链、供应链、贸易链，企业的产品供应也更加符合不同文化的区域特色。在区域内部，部分产业会呈现分散化的特点，这与数字技术的发展密切相关，数字技术可以将生产活动分散在平台上，3D 打印、5G 等技术以及小批量生产均可以将对成本不敏感的企业分散到非传统产业集群的区域，因而改变原有的产业布局。

（4）新兴产业领域竞争激烈

在战略性新兴产业，世界主要国家对人才、资源的争夺愈发激烈。特别是中美之间，成为新兴产业领域竞争最为激烈的两个国家；而新一代信息技术、生物领域，是被争夺最为激烈的产业领域。美国曾于 2018 年和 2020 年分别出台《出口管制改革法案》和《出口管制条例》，不断强化对“新兴和基础技术”的出口管制；特朗普时期还出台了限制 STEM 领域的学生签证的措施，针对中国的科技人员交流也予以限制，干涉了中美在前沿领域的正常交流，这也反映出美国对中国在新兴产业发展方面的戒备。与此同时，世界主要国家纷纷出台针对战略性新兴产业的支持政策，如美国的《美国国家创新战略》、欧盟的《“地平线” 2020 计划》、日本的《科学技术创新综合战略》等等，中国的“十四五规划”中也列举了九大战略性新兴产业。

会科学)，2016(3)：43-52.

⁴ 祝树金等. 服务型制造、加成率分布与资源配置效率【J】. 中国工业经济, 2021(4)：62-80.

2.数字经济时代实体经济发展范式演变

数字经济时代，实体经济在新一代信息技术的影响下在生产组织形式、产品形式、要素密集程度、产业链产业群组织形式等方面出现了一系列重大变化，未来实体经济的发展范式呈现以下四个特点：

第一，个性化与规模化生产的统一，快速研发与敏捷交付的统一。工业化大生产下的产品具有标准化、规模化的特点，随着居民收入水平的提高，对千篇一律的工业化产品的需求不断降低，小众化、个性化产品的需求开始提升，这也对实体经济供给端提出了新的要求，即在满足规模化生产的同时，需要将更多的资源转移到个性化产品的生产中。同时，这也意味着供给方能够针对小众化的需求快速进行研发和产品交付，这种柔性制造的要求只能依靠“新 IT”的搭建才能实现。

第二，生产端与消费端融合，产品与服务方案的融合。个性化需求也意味着，消费者可以参与到生产端中来，消费者的创意成为生产端的重要因素，改变了大规模工业化生产阶段生产者决定产品设计的流程；并且通过这种形式交付的产品不仅仅是产品本身，也包含了企业提供的个性化服务。

第三，生产集群向平台迁移，传统的集中生产方式向异地分散化协同生产转变。传统生产中，企业为了获得产业链上下游的便利，一些互补性的企业或生产类似产品的企业会在地理上聚集，这也被称为产业集群。在数字经济时代，实体企业借助工业互联网平台组织生产，这在一定程度上降低了企业在地理上的依存度，企业通过“上云”、“上平台”将生产链条平台化、智能化，一切生产调度安排和销售、售后在平台完成，也降低了实际生产中管理难度，提升产品品质。

第四，智慧城市、智慧生态的打造：从万物互联到万物智联。企业的数字化升级、产业数字化转型，最终会影响所有产业的数字化转型，在平台上，行业间的技术壁垒被进一步打破，产品也可通过智能终端与厂家时时保持联系、便于提供服务，这最终会形成所有行业、所有产品的连接，实现万物互联。同时在智能硬件和软件、算法的推动下，政府相关部门对城市的管理、生产的管理等也在平台进行，互联的万物呈现智能化特征。生产、生活实现全场景、全过程、全要素的颠覆和升级，最终实现万物智联的产业生态，这也会是数字时代实体经济最为重要的智能化转型目标。

3. “新 IT”：实体经济转型的引擎

虽然数字时代实体经济转型有十分美好的图景，但在目前我国的数字化转型进程还尚未完成，亟需借助“新 IT”的力量实现转型。

根据《中国两化融合发展数据地图（2018）》的数据，2018 年关键指标中，制造业生产设备数字化率达到 45.9%，数字化研发设计工具普及率达到 67.4%，关键工序数控化率达到 48.4%，智能制造就绪率仅为 7.0%。虽然 2018 年中国的两化融合程度比 2016 年有所提高，但是制造业与数字时代实体经济的智能化要求还有不小的差距，这些短板需要“新 IT”去补齐。

在新兴产业领域，虽然我国在互联网领域取得了突破性发展，人工智能领域的独角兽企业数量位居全球第二。但是也需要看到，我国在芯片、操作系统、核心工业软件、核心算法等关键领域仍处于被“卡脖子”的状态，这些领域会影响未来我国数字化转型的顺利实施，也需要“新 IT”在这些领域提供助力。同时，随着数字经济发展，一批互联网企业成长为拥有巨大网络效应的平台企业，这些平台企业大多为电商交易平台、生活服务平台、社交内容平台等服务型企业。虽然这些服务型平台企业对催生新业态、新模式，改善居民生活有一定的促进作用；但也存在着对数据滥用、垄断等现象，伤害了新兴产业领域中小企业的创新步伐，并且随着垄断程度提高，势必会带来“脱实向虚”的问题。在全球对平台企业反垄断的大背景下，新兴产业领域引领实体经济进行数字化转型的重任落在了“新 IT”企业之上，必须找到一条符合实体经济智能化转型的新路径。

除了数字化转型的迫切需要外，中国长期嵌入全球价值链生产体系的模式，不仅使得中国制造业面临“大而不强”的局面，还面临着“逆全球化”情况下发达国家对我国“断链”、“断供”的风险。利用“新 IT”尽快实现数字化、智能化转型，是我国应对外部风险的题中之义。此外，作为全球工业门类最为齐全的国家，中国有能力成为数字经济时代全球价值链的重要枢纽，为此必须夯实国内价值链，按照“双循环”的要求疏通国内大循环。“新 IT”不仅赋能实体经济，也是在呼应国家构建新发展格局的时代要求。

三、“新 IT” 赋能实体经济：从智慧产业到智慧生态

数字时代，数据成为最重要的生产要素，也是实现产业数字化、数字产业化、数字化治理的基础。作为助推实体经济各产业智能化转型的重要载体，“新 IT” 不仅发挥着夯实新基础设施底座的重要作用，还承担着践行新发展理念、构建新发展格局、实现高质量发展的重要任务。在“端（智能物联网终端）-边（边缘计算）-云（云计算）-网（5G）-智（行业智能）” 为技术架构的“新 IT” 的作用下，打通了连接实体经济与数字世界的通道，不仅利用智能化的数据的交互、反馈提质增效，促进产业形态、供应链形式、生产组织形式、要素构成、管理模式发生改变，还加速了产业融合，促进泛在生态模式的形成。

（一）智慧农业

虽然历次工业革命中，产生的有巨大影响的行业属于工业，但是农业作为实体经济的一部分，也是物质生产的重要行业，为工业和服务业提供了原材料和物质基础。中国传统的农业耕种模式是以家庭为单位、精耕细作，除了投入较大的劳动精力外，产出只能“看天吃饭”，机械化、规模化程度很低，已经不符合现代化农业发展的要求，更不能适应数字时代智慧农业的发展。并且由于传统农业种植模式相对辛苦，劳动报酬较其他产业偏低，很多年轻人不愿从事农业生产活动，农业就业结构中中老年人居多，这些均是现阶段中国农业发展的障碍。但是在信息技术和科技企业的帮助下，中国农业经营模式发生了改变，最先进的科技也被用于农业中，农业正在由传统农业向智慧农业转型。

2016 年起，联想集团与位于陕西梁家河的四苹果农业科技公司合作，针对苹果种植行业的特点，为其提供了“IoT+Cloud+BigData+综合服务+统一监控平台”一整套智慧农业解决方案，将农业生产、销售、农资管理等所有数据整合，实现了对苹果生产的全流程监管。在苹果生产过程中，联想提供了气象监测和预报设备、土壤监测设备、多光谱相机设备等一系列智能设备，实时监测苹果生产所需的温度、湿度、风向、光照等因素的变化，并可以通过气象预报设备提供具有前瞻性的预报服务，降低自然灾害对苹果产量、品质的影响；在控制苹果产出质量的基础上，联想还为该公司农户种植苹果提供了产业链发展服务方案，将苹果种植规模化、标准化、可溯源化，便于苹果进行网上销售；联想还为其提供了金融服务和订单服务。在智慧终端、网络平台、大数据等多个“新 IT” 设施的

帮助下，梁家河苹果种植不仅完成了传统农业向智慧农业的转型，还为我国“脱贫攻坚”、“乡村振兴”提供了优秀范本。

四苹果公司的成功并不是个例。2012年，由联想控股的现代农业和食品产业集团——佳沃集团就致力于将数字科技用于农业生产、畜牧养殖中，用做 IT 的方式经营农业，立足联想集团生产 IT 硬件的优势，将智能硬件与互联网平台相结合，投入到农业生产和管理中，为中国消费者提供了可溯源的消费品。佳沃的蓝莓、猕猴桃已经进入了普通中国人的餐桌，并且取得了良好的口碑和经济收益。联想控股还于 2015 年投资以农资及服务见长的企业“云农场”，该企业可以就农产品电商销售、农村物流、农技服务、农村金融提供集成化服务，夯实了联想智慧农业生态链建设中服务生态圈建设。

除了联想外，阿里巴巴、拼多多、京东等互联网企业，纷纷借助已有的电商网络切入农业领域，主要通过帮助农产品销售开展产业链建设，通过平台、大数据等“新 IT”设施赋能农业企业的经营管理、农产品生产销售、农村物流建设……。这些企业的努力，不仅提升了农民的收入，也教育培训了农民如何利用互联网，避免数字时代不同知识储备的居民间产生“数字鸿沟”；也改变了中国传统农业经营模式，使得中国数字时代的智慧农业建设，可以与美国、德国、以色列等发达国家站在同一起跑线，补齐了现代化农业的短板。

（二）智慧能源

智慧能源是智慧城市的核心，更是社会与经济发展的血脉⁵。对实体经济各个行业而言，能源是促进实体经济各个行业顺利运转的最为重要的基础设施，因此没有能源的智慧化转型，就不会真正实现实体经济的智慧化转型。传统能源行业也是实体经济中污染较多的行业之一，“新 IT”不仅能促进传统行业智能化升级、提质增效，更可以在促进生产效率的过程中实现“双碳”目标的顺利达成，切实践行“绿色”发展理念。

电力是能源体系中与生产和居民生活联系最广泛的能源之一，也是最先开始智慧化转型的能源领域之一。通用电气（GE）早在 2013 年推出 Predix 平台之后不久，就开始帮助 GE 系统外的电力企业进行能源管理。Predix 平台的 APM 功能（应用性能管理）被加拿大的布鲁斯电力公司采用，该功能通过连接设备和平

⁵ 中国社会科学院工业经济研究所未来产业研究组. 中国新基建：未来布局与行动路线【M】. 中信出版社，2020-9.

台的端口、云服务器等将企业运行时的数据进行实时分析，还可以对核电设备进行实时监控、可视化管理、故障反馈、危险预警等服务，提升了设备的稳定性，利用 Predix 平台的当年，该公司年发电量提高了 3%-5%。

除了制造业企业、IT 企业帮助能源企业智能化转型外，能源企业自身也在积极探索智能化转型的新路径。2019 年国家电网提出了泛在电力物联网建设，旨在运用新一代信息技术，实现电网系统的数字化、网络化、智能化转型，加快构建清洁低碳、安全高效的能源体系。该电力物联网可以将所有与网络相关的设备、用户连接起来，用数字化系统管理能源生产、消费，并提供相应的服务。因此，泛在电力物联网不仅连通了使用电力的各个实体行业，还连接了居民生活，以及公共设施管理系统，将生产圈、生活圈和政务圈打通，形成电力生态。这么庞大的生态不是一家企业可以完成的，很多国内知名企业如联想、格力、小米、360 等纷纷表示要参与到泛在电力物联网的建设中。在雄安新区未来城项目中，国家电网与格力电器、万科地产合作，从智能城市和智能家居的角度实现了泛在电力物联网的构想，该项目根据居民生活需求，将房间用电进行了安全分区，不仅使用户享受到智能化产品带来的品质提升，也提高了生活用电效率，满足新发展理念的要求。

（三）智能制造

制造业是实体经济最为重要的物质生产部门，也是智能化升级最为复杂的部门。制造业本身除了生产过程之外，还涉及研发、原材料采购、销售、服务等多个环节，不仅需要对其制造流程有深刻把握，还需要结合自身的数字化转型经验，对相关企业进行赋能。

联想作为计算机硬件制造商，本身就在制造业信息化、网络化方面有先天优势。早在 2012 年，联想就开始对自己的生产企业进行智慧化赋能，而后再通过“新 IT”带动上下产业链、周边企业的智能化升级，将智能化经验对外输出。联想在全球拥有 35 家制造工厂和 15 个研发中心，其中位于合肥、武汉和深圳的三家工厂，是联想智能制造基地的“铁三角”。而位于合肥的联宝工厂是联想最大的 PC 生产基地，全球每 8 台笔记本电脑，就有 1 本来自联宝工厂。为了满足数字经济时代智能制造和柔性制造的要求，联想对自身的生产线进行了智能化革新：在合肥的联宝工厂，联想投产了哪吒线和水星线，将大数据、工业 IoT、人工智能技术和生产制造有机集成，并在局部运用了 5G 技术；其中负责生产主板的哪吒线自动化率达到了 90%以上，生产效率提升 4.36%以上，产品质量直通率

达到 98.2%以上；而负责满足柔性生产要求的水星线则采用了标准化和模组化设计，自动化率超过 50%，拥有 61 套自动化设备、23 台机器人，能够有效保证产线 24 小时不间断生产。除了生产线的智能化升级外，联想还针对供应链进行了智能化改造，在联宝工厂，联想打造了使用多交互增强学习优化网络和基于注意力机制的最优化网络的人工智能排产方案，利用人工智能技术进行排产，在智能排产系统的助力下，联宝的排产时间从每天 6 小时缩短到 1.5 分钟，每天可智能处理 5000 笔订单，其中 80%以上是单笔小于 5 台的个性化定制订单，4 小时内可调取 2000 多种电脑部件，形成全球数万种个性化配置组合，为客户创造独一无二的产品，订单达成率平均比业界标准快 15%。正是由于积累了多年的硬件行业智能制造经验，联想可以借助“新 IT”对外赋能，比如在供应链环节，联想带动了联宝工厂周边 70 余家中小企业加入本地产业链，提升了上下游企业的网络协同化，帮助这些企业进行智能化升级；还帮助合肥国轩高科部署了联想 5G O-RAN 云基站，为其解决了网络传输问题。

安防设备龙头企业海康威视是“新 IT”领域重要的厂商之一，视觉智能产品也是可以助力制造业企业智能化转型的重要硬件基础设施。在物理世界中，80%的信息属于视觉信息，特别在制造业的生产、质检环节，特别需要可视化产品替代人工。比如海康威视根据石化企业生产区装置多、安全风险高的特点，专门开发了远程智能巡检系统，借助安装在生产、存储、管道管线等环节的摄像机，对巡检中产生的图片进行分析，缩短了人工巡检的时间，也降低了企业的安全风险。

作为 5G 领域的领军企业的华为，借助华为云平台赋能实体经济。华为专门打造了依靠边缘计算、工厂内外网络、可信 IaaS 层、工业 PaaS 层四层架构设计的 FusionPlant 工业互联网平台，该平台融合了华为多项 ICT 技术，将华为多年的硬件制造经验集成在平台中，特别是采用了 5G 技术对相关智能设备进行连接。在电子领域与长虹的合作中，华为在 FusionPlant 平台的基础上为长虹专门打造了 300 个工业 APP，帮助长虹智能化转型；同时为长虹上下游 50 家企业开放工业 APP 和平台，带动了四川地区电子领域生态构建。

（四）智慧城市

实体经济不仅服务于生产，也需要服务于人民生活。作为常住人口城镇化率已达 60%的国家，智慧城市建设是连接各实体产业、沟通城市治理等重要的措施，也是实现公共服务智能化、均等化的有效手段。

2008 年 IBM 提出了“智慧地球”的概念，旨在利用信息技术解决城市发展中的问题。2016 年阿里在阿里云的基础上提出了“城市大脑”的概念，并将其率先用于杭州市的智慧城市建设中。在阿里最开始提出的 1.0 方案中，城市大脑主要为了解决城市的交通管理问题，利用 AR 技术和“阿里云”处理；2018 年阿里又提出了 2.0 方案，“城市大脑”涉及的领域从交通向医疗、城管、环境、旅游等领域扩展，并向海口、澳门、郑州复制；2020 年阿里又推出了 3.0 版本，增加了城市大脑处理各种数据的能力。在交通领域，阿里的“城市大脑”不仅可以取代原本的交通监控设施，对城市交通情况进行实时监控；还可以利用强大的数据计算能力，对现有的监控数据进行测算，找出遗漏的监控盲点，及时更换设备；并可以根据交通数据对当天的交通情况预测，通过高德地图等导航系统将路况告知出行居民，对交通路况提前做出规划。

腾讯也于 2019 年推出了“WeCity 未来城市”项目。该项目更多地从数字政府建设角度切入，在新基础设施的基础上，将城市治理的触角延伸到产业、居民，利用终端设备打通政府、企业和民众。依靠微信软件在民众中的普及，很多政府部门的工作可以通过“微信小程序”直接到达民众，优化了电子政务的操作，方便了居民使用。而使用过程中产生的数据，通过云边分布、智能处理等“新 IT”，也会被实时传输到政府层面，对优化治理模式提供了参考依据。

（五）智慧生态

智慧生态是相关的智能技术群和智能终端汇聚到同一个系统，在这个系统中可以实现对所有连接终端的智慧化赋能，即打造一个与实体经济孪生的、数字化的经济活动生态圈。并且智慧生态建设具有开放性的特性，即多接入一个终端对该生态并不会造成损失，且因多加入的成员提供的数据优化生态系统的分析能力。目前来看，属于生态系统范畴且不断在更新、建设的系统有车联网系统、智慧城市、泛在电力物联网、工业互联网平台等。除了前文提到的电力物联网、智慧城市外，车联网、工业互联网也是目前以生态建设为目标的智能化系统。

我国是汽车消费和使用大国，2020 年我国机动车保有量达 3.72 亿辆，其中汽车保有量达 2.81 亿辆。作为智慧交通重要的载体，车联网被视为物联网中最具市场前景的领域之一。2018 年工信部专门出台了《车联网（智能网联汽车）产业发展行动计划》，提出到 2020 年车联网用户渗透率达到 30% 以上。多家不同类型的企业看到了车联网的发展前景，以不同的形式投入到车联网建设中。

百度以“ALL in AI”战略为主导，从无人驾驶的角度切入车联网。对于私

家车来说，只需要将手机接入百度开发的汽车平台，就可以以手机为端口，享受百度提供的“Car Life+”车联网服务，该系统集成了百度地图、音乐、通信等多个系统的数据，为驾驶者提供驾驶中最相关的服务。百度还将业务重点放在了无人驾驶方面，通过与第三方车企的合作，专门制造可以无人驾驶的汽车。无人驾驶汽车通过车载传感器、雷达、摄像机等多个设备将汽车所处的路况上传至分析系统，并结合自动控制、视觉计算、人工智能等多个领域的先进技术，可智能化地指导汽车在复杂的路况上自动行驶。目前百度无人汽车已经进入了试运营阶段，在北京、上海、福建、广东、重庆等多地示范运行。

联想旗下的懂懂通信，则通过为智能车联网用户提供个性化服务切入车联网领域，该智能车联网解决方案可以为用户提供精准的定位服务、充电桩管理、新能源管理、车辆使用监管等，并可以根据多种用车场景提供车联网服务，如智慧出行服务、工程车监管、客运监管、渣土车监管、分时租赁等等，满足了不同场景的用车需求。联想还通过投资蔚来、宁德时代、芯驰科技等多个领域的公司布局车联网产业，虽然其本身不造车，但是在积极打造基于车联网的智慧生态。

工业互联网平台是专门为赋能工业企业而建设的产业生态，是互联网与物联网的技术融合。工业产品的生产、制造过程较为复杂，且由于有多家不同产业、不同规模的生产企业，产生的数据流量巨大，也会产生针对不同生产流程的需求，如研发、生产、销售、库存管理、售后服务等等。根据提供的云服务不同，可将工业互联网平台中的云平台服务分为三种：基础设施即服务（Infrastructure-as-a-Service，IaaS）、平台即服务（Platform-as-a-Service，PaaS）、软件即服务（Software-as-a-Service，SaaS）；分别可以为企业场外服务器、存储和网络硬件；开发和分发应用的解决方案，比如虚拟服务器和操作系统；针对某一流程的软件服务等。

最先开始利用工业互联网平台赋能实体经济的是在制造业领域取得领先地位的 GE、西门子公司，分别发布了 Predix 和 Mindsphere 两大平台；中国的徐工、三一重工等机械制造领域的龙头企业发布了徐工汉云、树根互联平台；美的、海尔等家电生产商，也推出了美云智数、COSMOPlat 工业互联网平台。这些根植于制造业的企业推出的平台大多属于 PaaS 领域，而互联网企业则可以根据在云计算领域的优势，提供不同类型的服务产品，比如百度就发布了天算、天象、天工三大智能平台，分别为企业提供智能大数据、智能多媒体、智能物联网服务⁶。

⁶ 李晓华等. 智能+: 制造业的智能化转型【M】. 人民邮电出版社, 2021-7.

早在 2013 年国务院就出台了《国务院关于推进物联网有序健康发展的指导意见》（国发〔2013〕7 号），后来工信部、发改委在不同文件中多次提到要加强对工业物联网的发展，可以预见，未来针对工业互联网的竞争将十分激烈。

四、“新 IT” 赋能实体经济的路径：生产方式再造与革新

上文从案例的角度列举了“新 IT” 赋能实体经济不同产业、不同应用场景的情况，从上文可以看出，不同产业的智能化升级之路并不相同，不同类型的企业智能化的切入点也不相同。根据不同产业的特性，本文认为“新 IT” 赋能实体经济的路径可以从生产组织形式、技术组织形式、生态结构形式三个层面进行。

（一）生产组织形式的智能化升级

实体经济是提供物质生产的重要领域，“新 IT” 赋能实体经济不能脱离其本身的形态。以最为重要的制造业为例，传统制造业主要分为价值创造的物质生产活动阶段——生产、库存、质检、维保，辅助，和支持生产的管理阶段——研发、人力、财务、后勤，以及涉及上下游的采购、销售阶段（见图 1）。各个阶段按照是否涉及物质生产与否分割较为清晰，农产品、能源产业的生产也类似。当“新 IT” 介入不同的生产或辅助环节后，数据作为重要的要素开始联通各个生产环节，于是这种传统的分层式的物质生产模式转变为由信息驱动的信息价值环模式。从数据的角度，生产组织形式发生了结构性变化，改变了原本线性的物质生产运动方式（见图 2）。数据将物理世界与虚拟世界交互，并不断根据收集到的数据利用云计算等智能化算法优化物理世界的实际生产，最终达到满足消费者需求、降低能耗、敏捷交付、安全可控等多重生产目标。也就是说，在“新 IT” 的帮助下，生产组织活动不仅仅优化了物质生产环节，而是为整个产业链条提供了连接、网络、智能的升级服务。

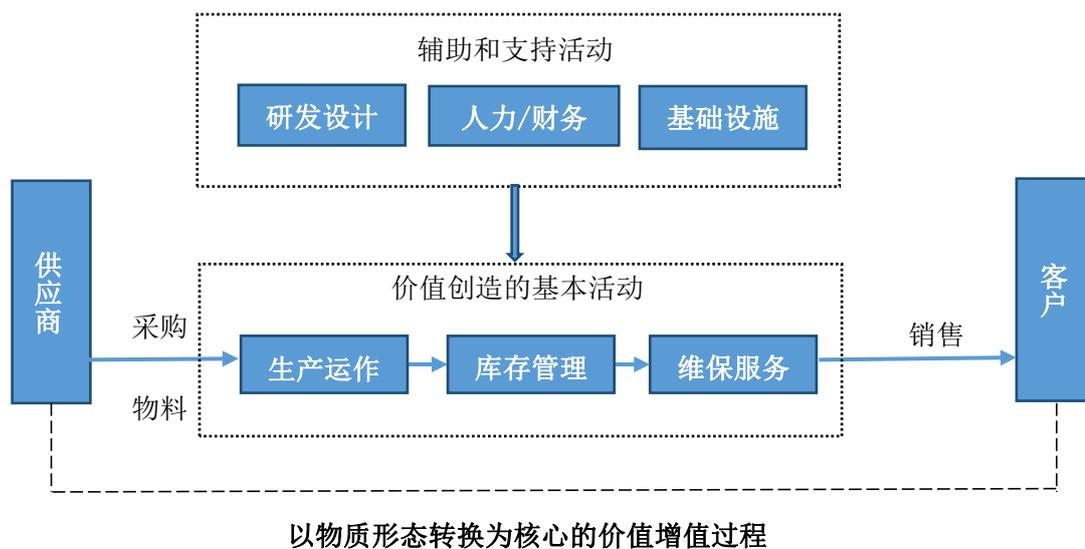


图 1 实体经济传统生产模式⁷

⁷ 杨春立, 于明. 生产性服务与制造业价值链变化的分析【J】. 计算机集成制造系统, 2008, 14(1): 153-159.

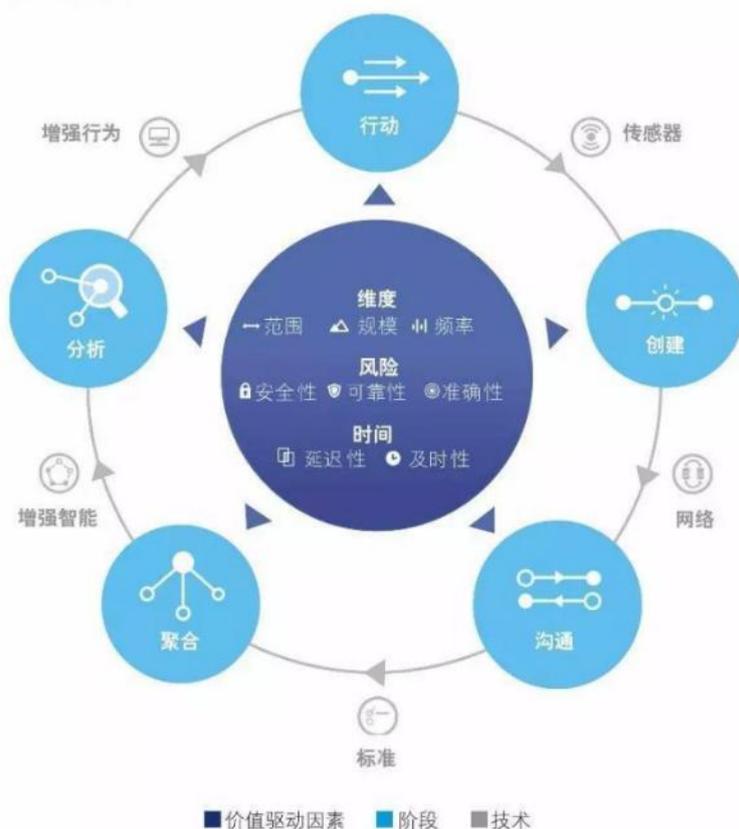


图2 信息价值环⁸

于是“新 IT”赋能实体经济的路径，从物质生产角度来看，可以根据不同行业的生产诉求，切入到生产的各个阶段，在生产操作层面更多地利用传感器、摄像等终端产品，收集物质生产过程中的数据，并利用工作站、服务器等边缘计算设施在端口进行数据分析和处理，或者将数据上传到云服务器进行计算；利用网络将物质生产网络连接起来，使得连接的各个节点可以利用智能化的基础设施。从数据流向的角度，“新 IT”赋能实体经济是利用数据不断优化、反馈机器设备、基础设施、工业系统网络的过程。

按照现有的不同类型的企业切入的环节来看，互联网企业、IT 硬件企业、制造业企业的切入点并不相同，可分为三种模式。互联网企业更多地从服务领域入手，首先将企业的采购或销售端接入原有的平台网络，将企业连接到原有的用户生态网络中，率先优化企业的供求数据流；然后再介入生产过程中，在此环节中，大多互联网企业利用较为成熟、应用场景较广的 AR、VR 技术进行质检环节的智能化升级，或是与制造业企业合作，通过为其提供生产阶段的云服务，为

⁸ Sniderman, Mahto. Cotteleer. 工业 4.0 与制造业生态圈【R】. 德勤, 2017.

制造业企业提供智能化的服务方案，提高资源配置效率和生产质量。IT 硬件厂商则从优化制造业企业的网络基础设施入手，为其生产、销售等主要过程提供智能化的基础设施，在智能化的基础设施基础上，再为其提供基于硬件和网络系统的服务方案。制造业企业有多年的制造业经验，更倾向于从提供智能化的制造业硬件入手将重要生产流程环节进行智能化改造，该智能化硬件不同于 IT 硬件企业提供的智能设备，而是将自动化、信息化的设施内化到生产工具中，在此基础上收集、分析使用智能化硬件的企业的生产数据，为其提供智能服务。一般来说，互联网企业没有制造业的生产经验；IT 硬件企业则只有本行业的制造业经验，且不具备互联网企业庞大用户粘性的网络平台；而制造业企业缺乏互联网思维，并且不同类型的制造业企业积累的行业经验并不相同，所以在实践中，制造业企业的智能化网络搭建、智能化端口、云服务等需要 IT 硬件企业和互联网企业提供；而互联网企业、IT 硬件企业则需要满足制造业企业的生产需要，将“新 IT”基础设施布置在制造业企业需要的地方，也需要花费时间重新学习制造业的知识，并能够在海量的数据中分析可以优化生产的方向。

（二）技术组织形式的革新

从技术路径来看，李杰在《从大数据到智能制造》中将传统的制造哲学分为三种，分别是德国模式、美国模式和日本模式。德国模式是指，通过对机器和设备的不断升级，将制造业技术和知识固化在设备上；美国的制造哲学则是从移民和数据中获得新的知识，并擅长颠覆和重新定义问题；日本的制造哲学则是著名的“工匠精神”，即强调组织文化和对人的培训，在制造技术方面非常依赖人的经验和态度。传统的工业、农业的生产组织，也不外乎这三种模式，先进的生产设备、员工的经验对应的就是德国模式和日本模式；图 2 显示的数据的流向，在数据和信息的视角下进行工业生产，则更多地反映了美国的生产哲学。

现有的德国工业 4.0 框架与美国提出的工业互联网联盟，其差异性亦可看出在不同的制造哲学上构建的适用于数字经济时代的新技术范式。德国的工业 4.0 的核心是三大集成——与网络化制造系统的纵向集成、整个价值网络的横向集成、以及上下游之间的纵横集成。其中纵向集成是指将生产企业内部的机器设备、供应链系统、辅助运营系统等用信息基础设施连接起来；而横向集成则是从价值链的角度将创造价值的设计、生产、销售等环节连接起来；纵横集成则是将价值链之间、上下游之间实现端到端整合。德国的工业 4.0 中网络-物理系统（CPS）是三大集成的核心，起到了联系物理世界与虚拟世界的重要节点作用。德国的工业 4.0 是在其自动化流水线的基础上打造数字化世界，并且该框架还强调对工业机

机器人、增材制造的使用，仍然保留了其在生产设备中固化知识的优势。美国的工业互联网则主要由大型企业推动，2012年，GE首次提出了工业互联网的概念；2014年GE联合AT&T、Cisco（思科）、IBM和Intel(英特尔)成立了工业互联网联盟，旨在建立一个可以跨行业的、可促进物理世界与技术世界融合的标准组织；并于2015年起开始发布工业互联网架构。在其架构中，更多地体现了美国互联网思维下的制造哲学，通过将智能化硬件加入到生产环节中，用获取的数据分析生产流程中再造的难点和模式，直接从数据流入手帮助促进企业的智能化升级。并利用大企业在制造业中的优势和海量的数据，提供可供优化的标准路径和操作系统，按照软件服务的模式为联通在工业互联网平台上的设备、企业提供服务。

而基于中国制造理念的“新 IT”，更多地类似于美国的技术模式与德国技术模式相结合。“新 IT”不仅可以完成连通设备、工厂、上下游的基础作用，还可以根据不同制造业、不同生产环节的要求调整端口的设置，按照使用方的要求获取数据，甚至可以固化到生产线中；更为重要的是，“新 IT”可以从基础端对整个工业系统的动力系统、网络系统进行智能化升级，如智能电网、5G的运行。在“新 IT”软件、硬件、基础设施三个层面的共同作用下，传统的机器设备、生产流程发生了颠覆性改变：智能化的硬件和基础设施可以使零件自身实现自省性、自预测性、自比较性、自保护性、自组织性，生产活动中产生的数据可以通过机器学习和多次迭代逐步优化达成固化在机器上的经验，或者学习到多年生产经验的工人所积累的知识；同时“新 IT”会大大降低生产过程中人的态度、情绪等对产品品质的影响。在这种技术范式变化下，未来的机器、设备、平台会越来越智能，在自动化、信息化的基础上实现智能化，不仅更好地利用原有的设备上固化的知识，还能够根据现有的“新 IT”实现生产系统的自治，根据上下游订单的情况、原材料的情况自我决策进行最优生产。这对于以能源和人工推动实体经济生产的历史，是技术上的重大革新。

（三）生态结构分布式-集成革新

生产组织形式和技术形式的变革，推动了生态结构的变革。传统的实体经济的生态结构是扁平式、线性的分布，根据产业链上下游的情况将不同产业的企业、工厂串联在一起。而具有智能化的机器、生产线则会改变现有的实体经济的生态结构。

从现有的工厂组织来看，所有的机器设备、所有的内部价值流程、所有的上下游企业均完成了连接，这种连接形式打破了原有简单的流水线式的分层结构，

在网络层面成为了复杂的网络拓扑结构，每一个被“新 IT”覆盖的地方成为了一个节点；这种节点间的互联将实体经济生产的全过程分为了三个层次：工厂内部互联、集成互联以及社会化互联⁹。这也就要求每一个节点都成为了模块化的智能化设备，而每一个节点又具有智能化能力的生产组织。因此未来的所有连接了“新 IT”的设备都成为了一个智能化的工厂，承担着为用户提供产品或服务方案的任务。“新 IT”将不同产业、不同企业的能力汇聚到云端，通过网络和智能化设备提供给需要的节点，这也将改变物理世界中传统企业的地理分布。原本上下游联系紧密的企业也需要在地理上聚集，在“新 IT”的影响下，原有的地理聚集模式被打破，一些成本较为敏感的企业可以迁移到土地成本、人力成本较低的地方，或者更加靠近消费市场，变得更为分散；而在“新 IT”提供的网络平台上，这些联系紧密的企业则会形成虚拟的产业集群。这种数字世界的产业布局模式并不能与物理世界十分对应，构成了独特的数字世界的生态结构。

⁹ 杨青峰. 新工业思维【M】. 电子工业出版社, 2016-6.

五、“新 IT” 赋能实体经济的路线图

新型基础设施建设为“新 IT” 赋能实体经济提供了未来发展的路线图。作为承载着基础设施科技使命的“新 IT”，要满足实体经济实现数字产业化和产业数字化的目标；并且由于基础设施建设具有长周期性的特征，在建设过程中应该适度地保有一定的超前性，为未来实体经济产业发展留有空间。“新 IT” 赋能实体经济，需要满足智能化社会建设需要，即网络化、平台化连接多个产业、以用户需要为中心、产用融合的智能化生态系统。为此，“新 IT” 需要在应用层、平台层、生态层三个层面实现连通、集成，满足实体经济智能化转型需求。

（一）应用层：产用融合增加对“新 IT” 的需求

在应用层面，随着二、三产业加速融合，“新 IT” 的需求也大大增加。“新 IT” 可以迅速地连接生产端与消费端，因此连接这两个终端的端、边、网产品的需求是最应该首先布局的。比如联想在智慧农业领域部署的可以监控气温、湿度的感应器、智能设备，以及为销售产品提供的电脑、网络等产品。针对不同制造业的生产流程的需求，“新 IT” 还需要结合厂商的需要将其进行改装，可以提供模块化的智能产品，比如在车联网系统中安装的传感器、智能相机、雷达、车载系统等，可以根据不同车企的造车需求进行外观改装，但内部高度模块化、集成化的智能模块可以近似。

（二）平台层：智能网络和工业互联网增加对云、边服务的需求

工业互联网平台是未来支持制造业发展的重要载体。为了缓解时延对一些重要生产过程产生的不利影响，云边协同的服务器的需求大大增加，因此会推动终端存储、分析设备需求的增加。并且为了满足平台产生的大数据的计算工作，超级数据中心的建设也会随之展开。2020 年国家发改委明确提出将数据中心、智能计算中心为代表的算力基础设施作为信息基础设施；围绕重点城市，建立全国一体化的数据中心；2021 年 7 月工业和信息化部正式发布了《新型数据中心发展三年行动计划（2021-2023 年）》，文件指出：“新型数据中心是以支撑经济社会数字转型、智能升级、融合创新为导向，以 5G、工业互联网、云计算、人工智能等应用需求为牵引，汇聚多元数据资源、运用绿色低碳技术、具备安全可靠能力、提供高效算力服务、赋能千行百业应用的新型基础设施，具有高技术、高算力、高能效、高安全特征。随着新一代信息技术快速发展，数据资源存储、计算

和应用需求大幅提升，传统数据中心正加速与网络、云计算融合发展，加快向新型数据中心演进。”并将新型数据中心建设布局优化行动、网络质量升级行动、算力提升赋能行动、产业链稳固增强行动、绿色低碳发展行动、安全可靠保障行动列为重点任务。因此众多互联网公司纷纷在智能云计算中心布局，“新 IT”也会在数据中心中发挥重要的作用。虽然存在海量的数据，但是针对云、边服务的架构也需要根据实际需要调整，例如对时效要求高的产业则需要更多地布局边缘服务器，对时间要求不高但计算量巨大的产业则可以在温度适宜的中西部地区布局云服务器。连接云-边的网络也是“新 IT”未来布局的重点，以期推动平台层的建设需要。

（三）生态层：多产业平台交互提升对算力、算法、智能生态网络建设的需求

未来数字社会将会形成智能生态网络，类似泛在电力物联网的基础设施生态将会逐步成型。这不仅需要能够提供连通多个产业的硬件、超大算力中心，还需要配合开发相关的软件，因此，“新 IT”对生态层的介入有三个方面：第一，贯通不同产业平台需要平台间的转换端口，在很多平台未能统一标准之时，生态网络的构建需要智能转换端口进行平台间的连接，“新 IT”应率先开发类似的智能端口；第二，多平台的连接、互动产生的数据对算法、算力的要求更多，这不是仅仅是提供边-云服务可以解决的，需要能够提供超级算力的超级计算机以及服务超算领域的应用软件，“新 IT”可以在应用软件提供的服务方面着手，配合国家超级计算机建设为其提供相关硬件；第三，智能生态网络建设一定会从通用技术入手，“新 IT”可以在 5G、电力物联网的基础上融入已有的智能化网络、平台连接，帮助通用技术基础设施率先实现生态建设。

结语：

“新 IT”是实现数字时代智慧化工业生产的重要基础设施，是创造新工业文明的基础。

在人工智能、大数据、云计算等新一代信息技术的推动下，数据成为了与劳动、资本同样重要的生产要素。“新 IT”可以将数据的作用进一步挖掘，创造一个与实体世界平行的数字世界。“新 IT”是连接两个世界的通道，在虚实融合的不断交互下，传统的工业生产范式向智慧工业生产范式转变。

“新 IT”是数字时代新型基础设施的代表，用基础设施科技的力量赋能实体经济转型，推进数字产业化、产业数字化，助力高质量发展。可以预见，在“新 IT”的赋能下，中国制造正稳步向中国智造升级。所有“新 IT”企业也要迎难而上，不负新发展阶段的历史使命，为中国成为智造强国贡献力量。