

工业4.0专题研究报告2015

本产品保密并受到版权法保护

Confidential and Protected by Copyright Laws



目录

- 1 工业4.0的发展历史及定义
- 2 工业4.0的战略要点解读
- 3 工业4.0行业现状及典型案例
- 4 中国工业向工业4.0转型之路

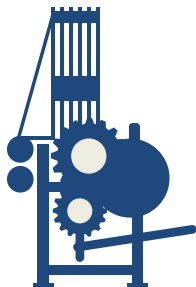


工业革命四个阶段，从工业1.0 -> 工业4.0

第一次工业革命

伴随着蒸汽驱动的机械制造设备的出现，人类进入了“蒸汽时代”

机械自动化



18世纪末

第二次工业革命

伴随着基于劳动分工的，电力驱动的大规模生产的出现，人类进入了大批量生产的流水线式及“电气时代”

机械化 → 电气化



20世纪初

第三次工业革命

随着电子技术、工业机器人和IT技术的大规模使用提升了生产效率，使大规模生产自动化水平进一步提高

模拟化 → 数字化



20世纪70年代

第四次工业革命

基于大数据和物联网（传感器）融合的系统在生产中大规模使用

自动化 → 智能化



现在

复杂程度

第三次工业革命3.0

第二次工业革命2.0

第一次工业革命1.0

时间线

“工业4.0” 一场新的工业革命即将到来

Analysys
易观智库



工业4.0的来源及概念

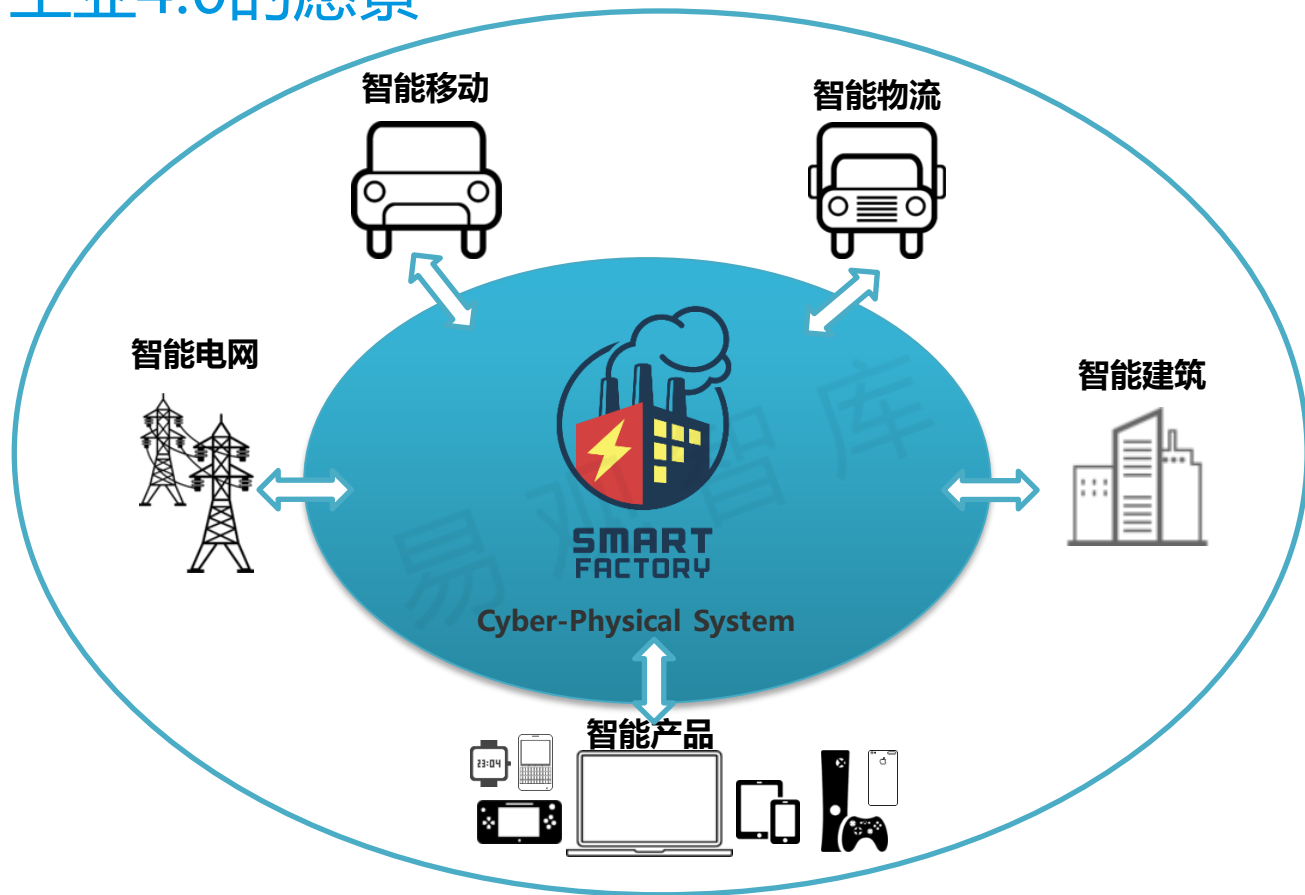
“工业4.0”是德国联邦教研部与联邦经济技术部在2013年汉诺威工业博览会上提出的概念。德国学术界和产业界认为，“工业4.0”概念即是以智能制造为主导的第四次工业革命，或革命性的生产方法。该战略旨在通过充分利用信息通讯技术和网络空间虚拟系统—信息物理系统（Cyber-Physical System）相结合的手段，将制造业向智能化转型。

工业4.0描绘了制造业的未来愿景，提出继蒸汽机的应用、规模化生产和电子信息技术等三次工业革命后，人类将迎来以信息物理系统(CPS)为基础，打通所有生产环节的数据壁垒，无线网掌控一切。旨在提升制造业的智能化水平，建立具有适应性、资源效率及人因工程学的智慧工厂，在商业流程及价值流程中整合客户及商业伙伴。其技术基础是网络实体系统及物联网。

工业4.0提倡以生产高度数字化、网络化、机器自组织为标志的第四次工业革命。



工业4.0的愿景



“工业 4.0” 的愿景

- 根据整个价值链，自行配置集成化生产设施
- 根据当前条件，灵活制定生产工艺
- 将要生产的产品包含了生产所需的全部信息

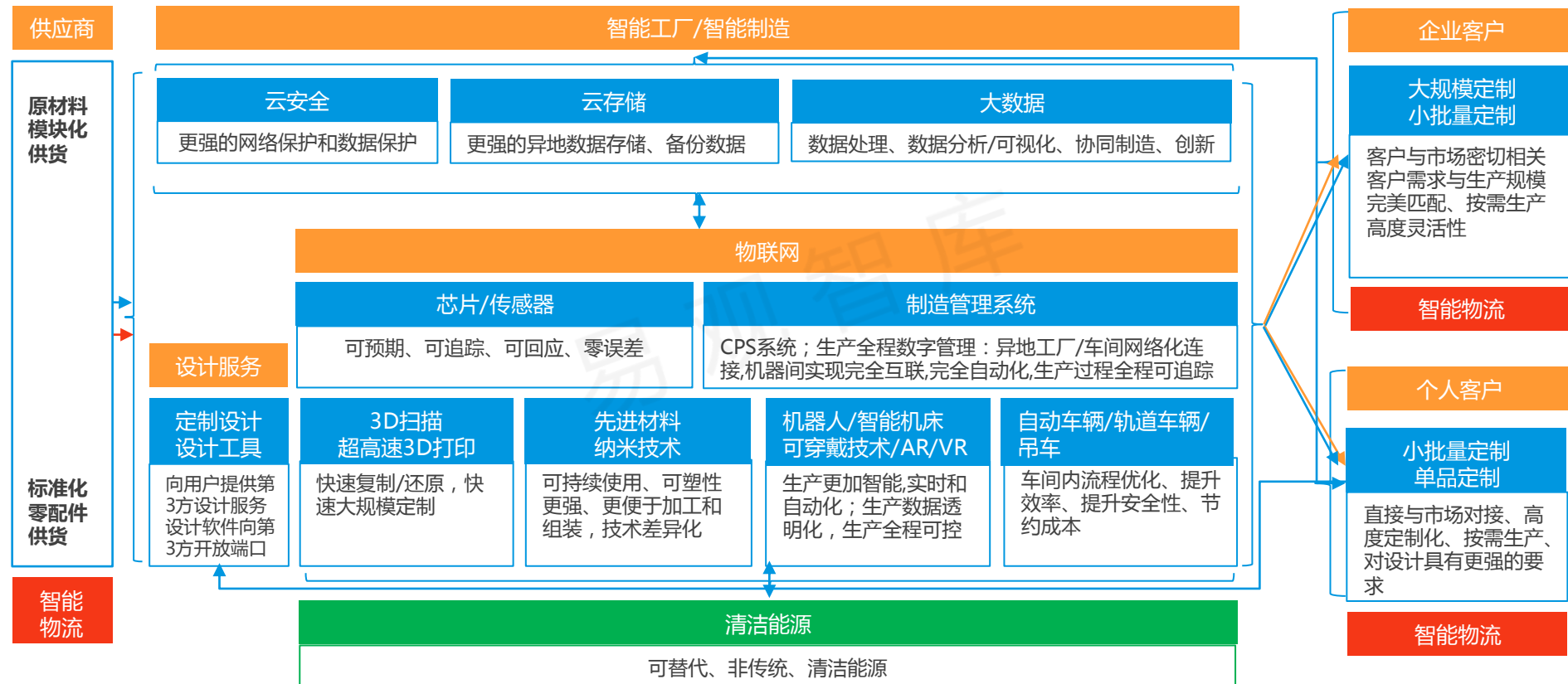
工业4.0不仅是传统互联网在工业领域的延伸，而是开启了一个人&物相连，物&物相连的大连接世界

目录

- 1 工业4.0的发展历史及定义
- 2 工业4.0的战略要点解读
- 3 工业4.0行业现状及典型案例
- 4 中国工业向工业4.0转型之路



工业4.0的生态系统



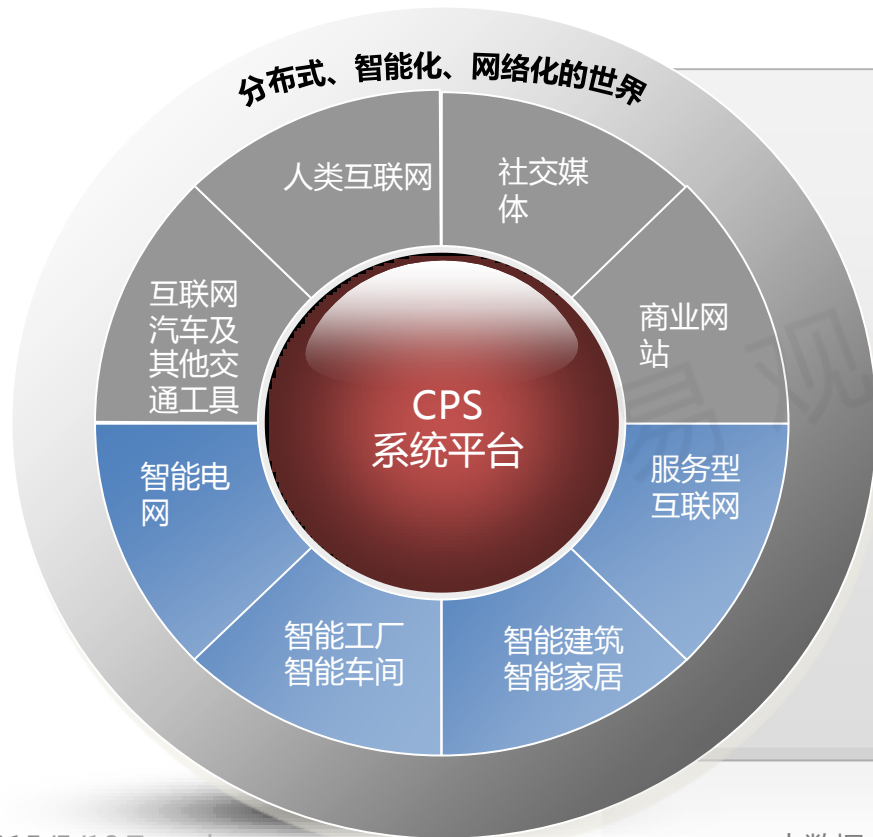
工业4.0实质是物联网的智能工业



工业4.0概念下的数据循环体系



工业4.0的基础 - 建立信息物理融合系统



建立信息物理系统（CPS）后，就可以将物理设备（各类传感器）连接到互联网上，让物理设备具备计算、通信、精确控制、远程协调、自治、数据采集等功能，从而实现虚拟网络世界与现实物理世界的融合。

CPS可以将资源、信息、物体以及人紧密联系在一起，从而创造物联网及相关服务，并将生产工厂转变为一个智能环境。这是实现工业4.0的基础。

工业4.0战略的三个重点 - 三项集成

横向集成

- 企业之间通过价值链以及信息网络所实现的一种资源整合，是为了实现各企业间的无缝合作，提供实时产品与服务

纵向集成

- 基于未来智能工厂中网络化的制造体系，实现个性化定制生产，替代传统的固定式生产流程（如生产流水线）

端到端集成

- 是指贯穿整个价值链的工程化数字集成，是在所有终端数字化的前提下实现的基于价值链与不同公司之间的一种整合，这将最大限度地实现个性化定制

工业4.0四大主题 - 智能工厂|智能生产|智能物流|智能服务

智能工厂

- 是未来智能基础设施的关键组成部分，重点在于智能化生产系统及过程以及网络化分布生产设施的实现。

智能生产

- 侧重点在于将人机互动、智能生产物流管理、3D打印等先进技术应用整个工业生产过程，并对整个生产流程进行监控、数据采集、便于进行数据分析。从而形成高度灵活、个性化、网络化的产业链。生产流程智能化是实现工业4.0的关键。

智能物流

- 主要通过互联网、移动互联网、物联网和企业内网，整合物流资源，充分发挥现有物流资源供应方的效率。需求方则能快速获得服务匹配并能得到智能物流支持。

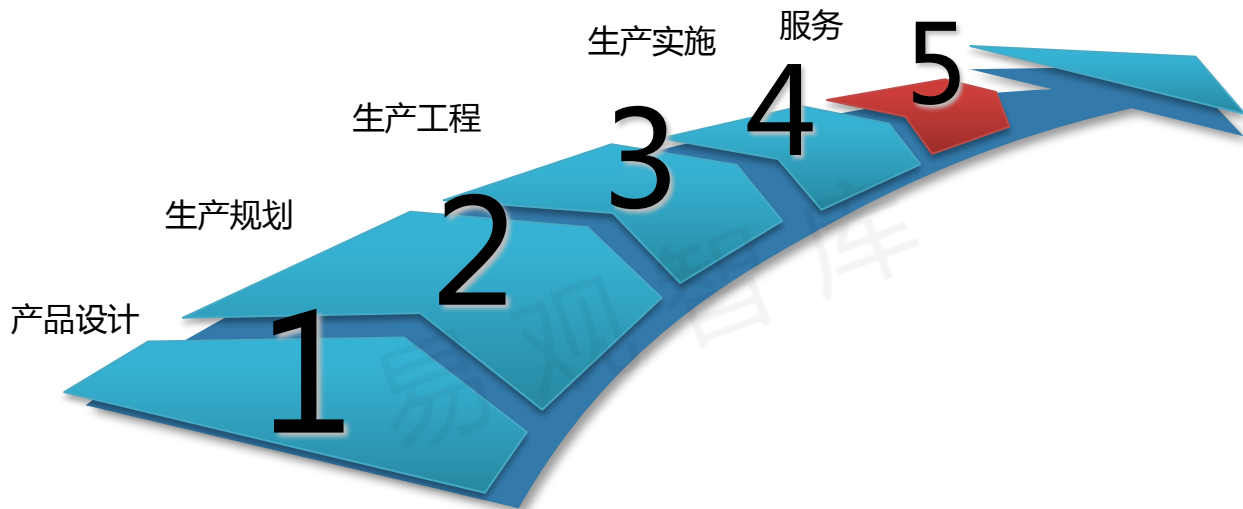
智能服务

- 智能服务：智能产品+状态感知控制+大数据处理，将改变产品的现有销售和使用模式。增加了在线租用、自动配送和返还、优化保养和设备自动预警、自动维修等智能服务新模式。



“工业4.0” 特别注重吸引中小企业参与，力图使中小企业成为新一代智能化生产技术的使用者和受益者，同时也成为先进工业生产技术的创造者和供应者。

工业4.0的生命周期集成



智能化互联



采用最高效技术

通往工业 4.0 之路：集成产品规划与生产过程，提高生产力、效率和灵活性

工业4.0提供智能服务的新模式



智能工厂+智能制造->智能产品

核心：CPS系统（通过协同计算元部件来控制各种物理实体的系统）

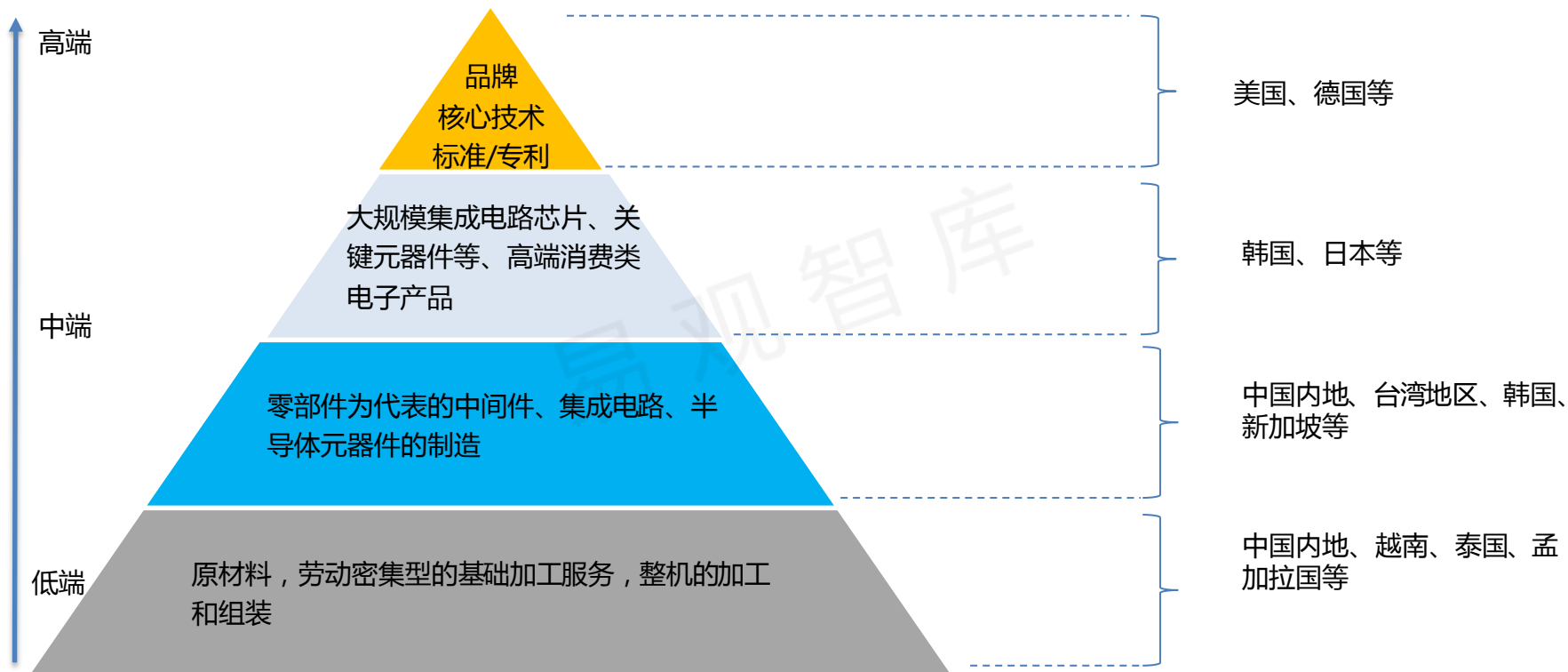
智能服务：智能产品+状态感知控制+大数据处理，将改变产品的现有销售和使用模式，增加网上租用、自动配送和返还、优化保养和维修等智能服务新模式。

目录

- 1 工业4.0的发展历史及定义
- 2 工业4.0的战略要点解读
- 3 工业4.0行业现状及典型案例
- 4 中国工业向工业4.0转型之路



各国在制造业产业链中的位置



工业与互联网融合后迸发出巨大的市场经济价值

不同的概念均强调互联网与传统工业的融合

工业互联网



工业4.0



U-Japan



中国制造2025



工业互联网具有巨大的市场经济价值

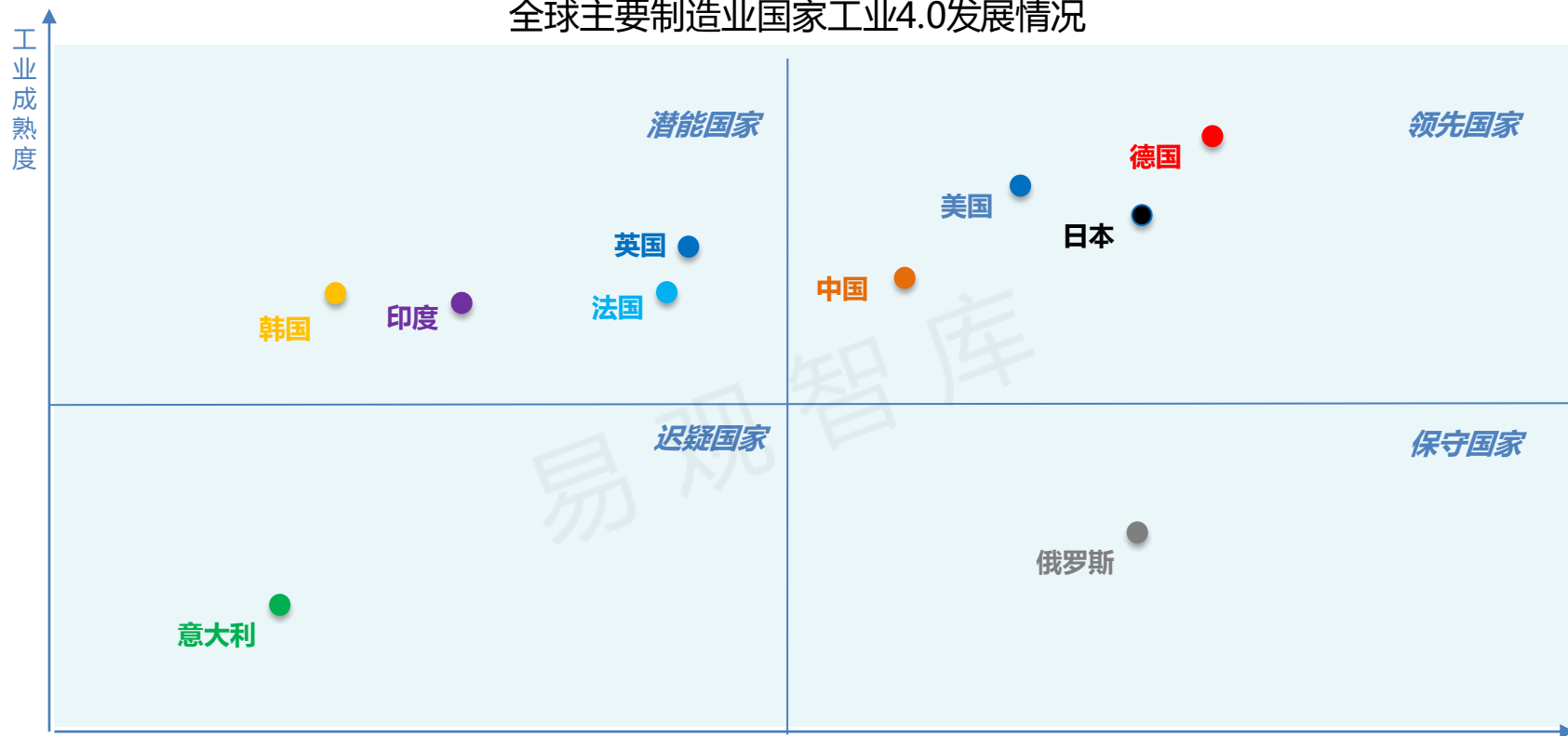
产业	部门	节约的种类	15年的预测价值
医疗	整体系统	系统效率提升1%	\$300亿
电力	煤炭和火力发电	节约1%的燃料	\$600亿
石油和天然气	勘探和开发	节约1%的资本支出	\$900亿
铁路	货物	系统效率提升1%	\$270亿
航空	商业运输	节约1%的燃料	\$300亿

- 据GE预测未来工业4.0有望影响46%(约\$32.3万亿)的全球经济
- 据工信部和相关权威机构估计在未来20年中，中国在工业4.0领域的发展至少可带来\$3万亿的GDP增量

未来的制造将是基于大数据、互联网、人，通过各种信息技术进行柔性制造。

全球主要制造业国家均已经开始推动工业4.0

全球主要制造业国家工业4.0发展情况



SIEMENS工业4.0战略-基于信息物理融合系统的数字化生产模式



西门子认为制造业存在三大需求：

- 提高生产效率
 - 缩短产品上市时间
 - 增加制造的灵活性
- 在智能工厂中生产的每一件新品，都拥有自己的数据信息，数据在研发、生产、物流的各环节不断丰富，实时保存在一个数据平台中。
 - 基于这一数据基础，ERP、PLM、MES、控制系统以及供应链管理实现信息互联。工厂采用了西门子PLM(全生命周期管理)软件，通过虚拟化的产品规划和设计，实现信息无缝互联。利用制造执行系统SIMATIC IT和全集成自动化解决方案(TIA)，将产品和生产生命周期进行集成，缩短产品上市时间。
 - 其设计还赋予工厂灵活性，可满足不同产品的混合生产，并为将来的产能调整做出合理规划。

SIEMENS Amberg Factory – 智能工厂的典范



- 德国巴伐利亚州东部城市安贝格 (Amberg) 的西门子工厂经过25年的数字化发展，目前该厂的自动化运作程度已经达到75%左右，其1150名员工主要是从事计算机操作和生产流程的监控。

- 员工维持在1150名
- 产能提升了8倍
- 75%的生产作业自动化
- 1000个不同的产品
- 每天采集数据超5000万个
- 产品合格率99.9988%
- 每月生产约100万件Simatic产品
- 每年服务全球60,000个客户

| BMW : 打造汽车工业4.0 - 智能工厂&智能车间



- 宝马公司在中国沈阳的铁西工厂在冲压、车身、涂装和总装四大车间内全面实施了工业智能化。
- 车身车间通过使用智能机器人和工业电脑控制技术，能效得到显著提升。
- 机器人热能回收技术更可每年节约超过**780万度电**。
- 汽车制造最耗能的涂装环节(约占汽车制造能耗的70%)，实现**节水30%，节能40%，减排20%**。
- 相比传统液压机，华晨宝马铁西工厂的高速冲压机生产效率提升超过**70%，节能50%**。
- 截止2014年底，宝马集团在全球使用的生产能耗中，来自于可再生能源的比例首次过半，**达到51%**。

Amazon仓库机器人 - 智能仓储物流的典范



- 亚马逊已为其在美国的多个仓库配备了橙色轮式机器人Kiva。这种机器人用于移动库存货架，员工再也不需要在堆满货物的长过道里寻找指定的商品。
- 使用机器人可以减少每个商品的“被触碰”次数，能帮助亚马逊每年节省 **\$4亿-\$9亿** 的物流成本
- 帮助工人节省了 **50%** 以上的取货时间
- 每个订单的分拣和包装费用为平均 \$3.5-\$3.75，使用机器人可将其减少 **20%-40%**
- 亚马逊目前在美国的三座仓库(加利福尼亚州，肯塔基州和德克萨斯州)中一共部署了 **1400** 台Kiva机器人

海尔的工业4.0 – 建设智慧互联工厂实现智能制造

为适应互联网+时代满足消费者个性化需求，2014年海尔就通过了全流程实时互联可视的互联工厂体系的构建

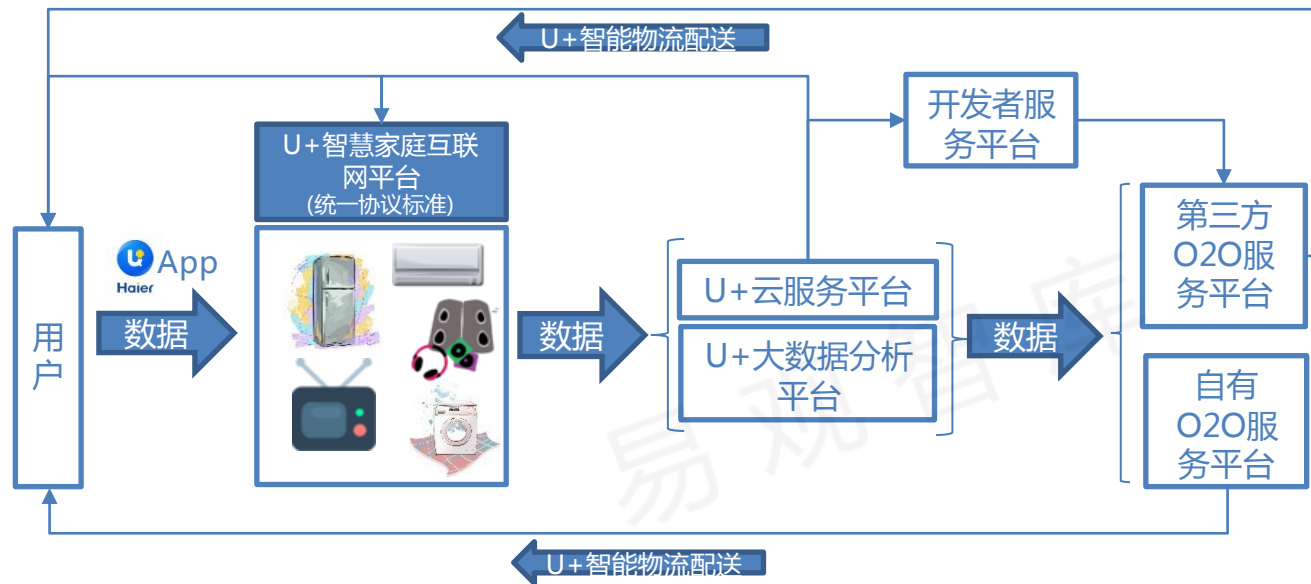


- 将大规模制造升级为大规模定制通过大量传感器、大数据信息化工具和机器人的协作，海尔互联工厂可以高效地完成定制化批量订单的生产，在不提高制造成本的基础之上提升产品附加值，并为创新性设计的低成本实践提供有力支撑。

海尔沈阳冰箱互联工厂：

- 人员配置减少**57%**
- 单线产能100万台提升至**180万台**
- 单位面积产出50台/平 提升至**100台/平**
- 定单交付周期由15天降低到**7天**
- 截止到2015年第1季度海尔已建成沈阳冰箱互联工厂、海尔佛山滚筒互联工厂、海尔郑州空调互联工厂、胶南电热互联工厂、青岛热水器互联工厂。

海尔搭建U+智慧生活服务平台，形成智慧生活生态圈



- 海尔智慧家庭强调人与产品的互动，任何参与的资源方都可以直接与用户交互，并根据用户习惯持续优化自身的产品和服务。
- 目前，海尔U+智慧生活平台涵盖了智慧空气生态圈、智慧用水生态圈、智慧洗护生态圈、智慧美食生态圈、智慧健康生态圈、智慧娱乐生态圈、智慧安全生态圈七大生态圈。

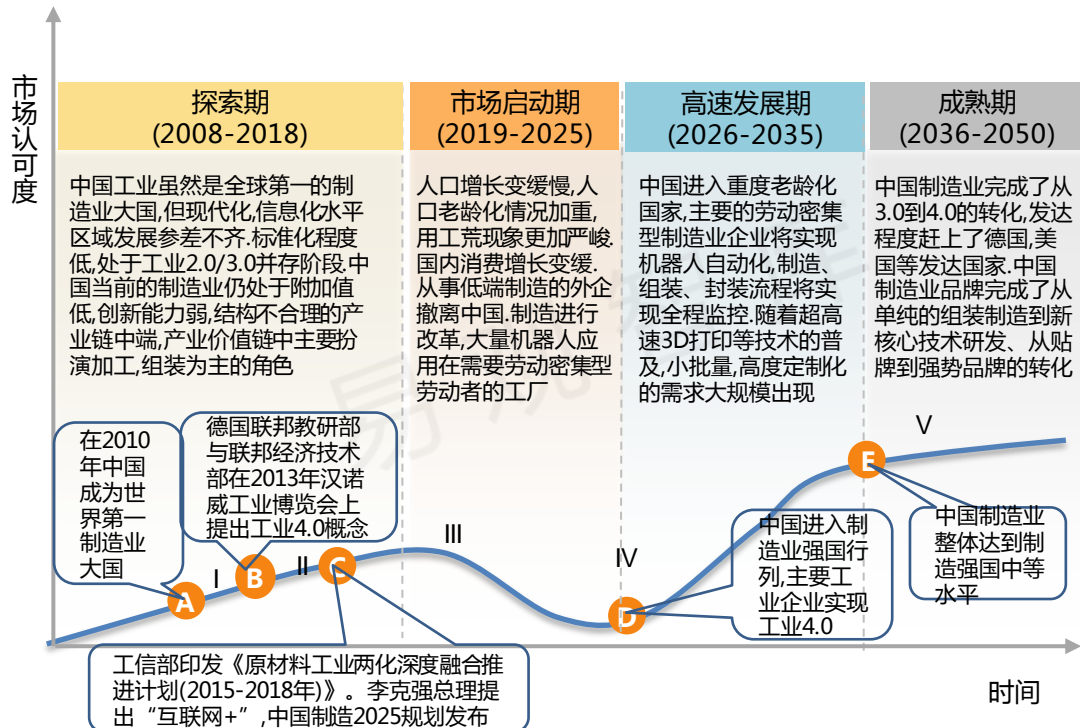
目录

- 1 工业4.0的发展历史及定义
- 2 工业4.0的战略要点解读
- 3 工业4.0行业现状及典型案例
- 4 中国工业向工业4.0转型之路



工业4.0是中国制造业未来30年的重要发展方向

中国工业4.0领域AMC模型



Analysys易观智库分析认为,中国工业虽然是全球第一的制造业大国,但是现代化,信息化水平区域发展参差不齐,标准化程度低,处于工业2.0、工业3.0并存阶段。

中国当前的制造业仍处于附加值低、创新能力弱、结构不合理的产业链中端,产业价值链中扮演加工、组装为主的角色。随着中国人口增长变缓,中国用工荒,用工成本提高将促使低端制造业企业向用工成本更低的地区迁移。机器人技术将在中国的劳动密集型企业普及,增强现实、机器视觉、超高速3D打印等技术将广泛应用在制造领域。

高度定制化、小批量的订单将大规模出现,产品的库存周转将通过大数据分析进行控制。周转效率将进一步提升。低端制造业领域将出现一轮行业洗牌。中国的制造业将由制造、组装、贴牌向着产品自主研发、技术创新、拥有核心专利的自主高端品牌方向发展。

政府报告提“互联网+”行动计划

2015年3月5日李克强总理在政府报告中提出制定“互联网+”行动计划，推动移动互联网、云计算、大数据、物联网等与现代制造业结合，促进电子商务、工业互联网和互联网金融健康发展，引导互联网企业拓展国际市场。

对于传统制造业而言，“互联网+”是两化融合的升级版，是将互联网作为当前信息化的核心，利用互联网技术和工业生产融合的过程，“互联网+”将推动“中国制造”走向“中国智造”。

互联网+的本质是产业互联网，如果从更广泛的概念理解物联网，物联网承载了互联网+。在物联网十二五规划中，智能工业排在物联网九大试点行业之首，与早期推的两化融合，现在推动的工业4.0不谋而合。



“中国制造2025” 拉开工业互联网(工业4.0)序幕

2015年5月19日，经李克强总理签批，中国国务院印发《中国制造2025》，部署全面推进实施制造强国战略。这是中国实施制造强国战略首个十年的行动纲领。报告明确，智能制造是未来制造业发展的重点方向。中国在2015年已启动智能制造试点，2016年会扩大试点，2017年将全面推广。

《中国制造2025》明确了9项战略任务和重点：

- 1、提高国家制造业创新能力；
- 2、推进信息化与工业化深度融合；
- 3、强化工业基础能力；
- 4、加强质量品牌建设；
- 5、全面推行绿色制造；
- 6、大力推动重点领域突破发展，聚焦新材料、生物医药等十大重点领域；
- 7、深入推进制造业结构调整；
- 8、积极发展服务型制造和生产性服务业；
- 9、提高制造业国际化发展水平。



《中国制造2025》的核心目标就是推动产业结构迈向中高端、坚持创新驱动、智能转型、强化基础、绿色发展,加快从制造大国转向制造强国。

中国制造2025十大重点领域

与传统的规划相比，《中国制造2025》的主要突出之处包括：

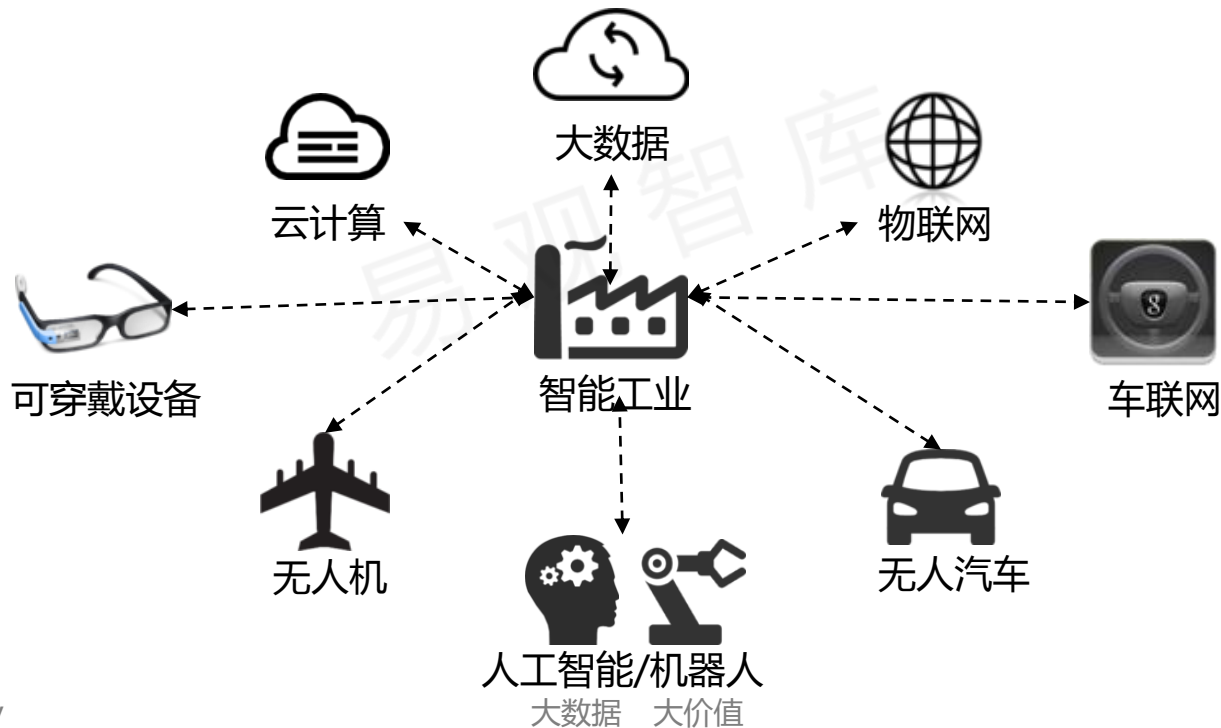
- 1、突出了创新驱动发展的战略，始终将创新作为核心竞争力；
- 2、贯穿应对新一轮的科技革命和产业变革的内容，通过这个规划实现从工业2.0、工业3.0到工业4.0的跨越式发展；
- 3、采取重点突破（右图十大领域）的战略。

《中国制造2025》明确，大力推动重点领域突破发展，聚焦新一代信息技术产业、高档数控机床和机器人、航空航天装备、海洋工程装备及高技术船舶、先进轨道交通装备、节能与新能源汽车、电力装备、农机装备、新材料、生物医药及高性能医疗器械等十大重点领域。



互联网+向工业领域延伸

以“互联网+”为核心的产业互联网已经逐步开始向工业、制造业等领域延伸。“互联网+”软硬件一体化将推动新的工业体系的形成，工业4.0即智能工业将成为产业互联网的重要组成部分。



“工业4.0” 与中国 “两化融合” 核心一致

标准化+模块化：零部件标准化，部分功能模块化，系列功能系统化。制造业通过在模块化和封装化的基础上进行系统化，拓展新的应用与服务。

规模化->个性化：以定制化为重点的多种类、小批量制造业渐渐成为主流，以3D 打印为代表的数字化和信息技术的普及带来了技术革新

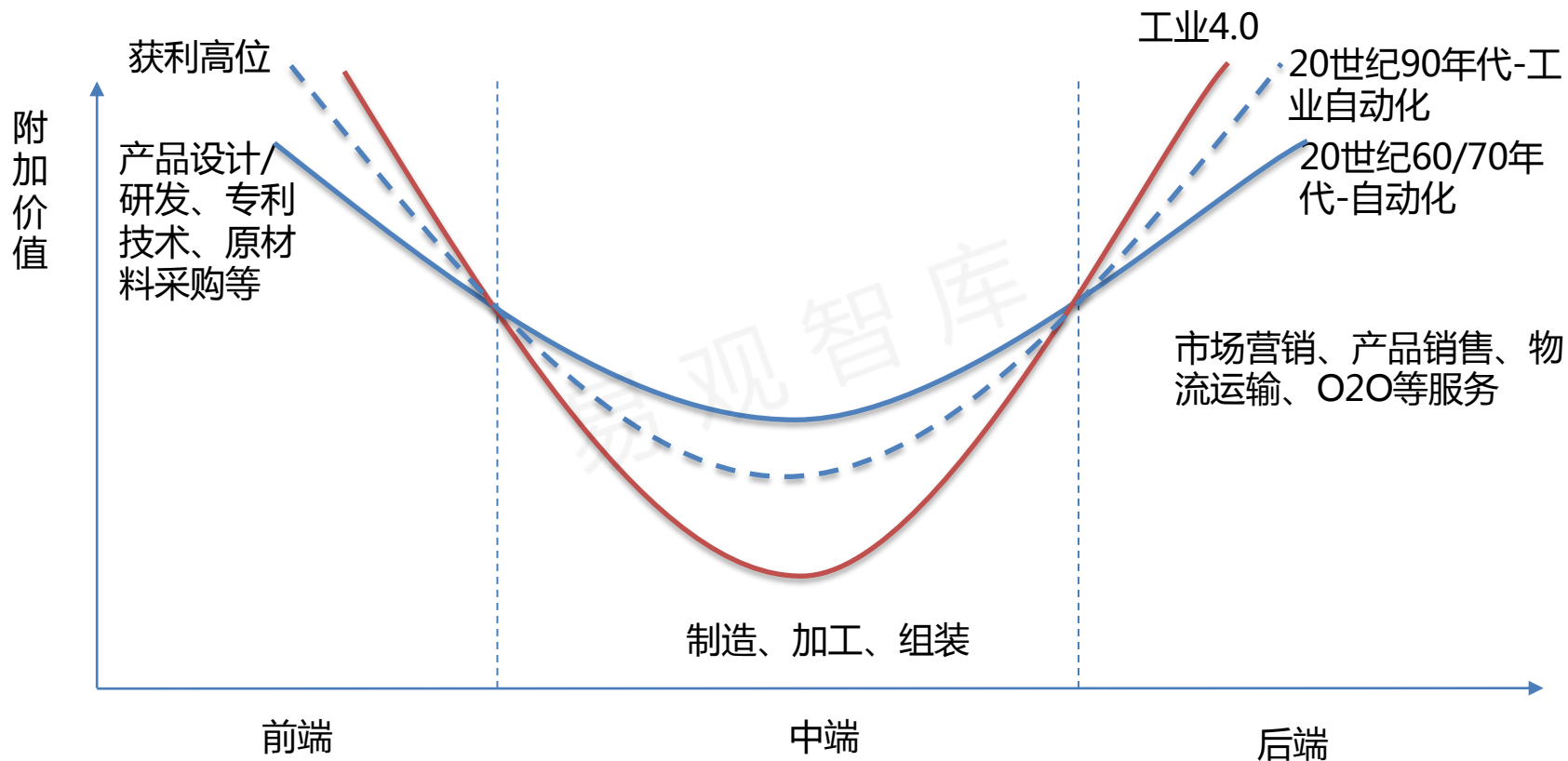
互联制造：工厂将通过互联网，实现内、外服务的网络化，向着互联工厂的趋势发展，并采集和分析生产车间的各种信息，向消费者进行反馈。从工厂及车间采集的信息作为大数据进行解析，能够开拓更多的、新的商业机会。

数据制造：核心是大数据，随着大规模定制和网络协同的发展，制造业企业还需要实时从网上接受众多消费者的个性化定制数据，并通过网络协同配置各方资源、组织生产，以及管理后续环节的更多有关数据。

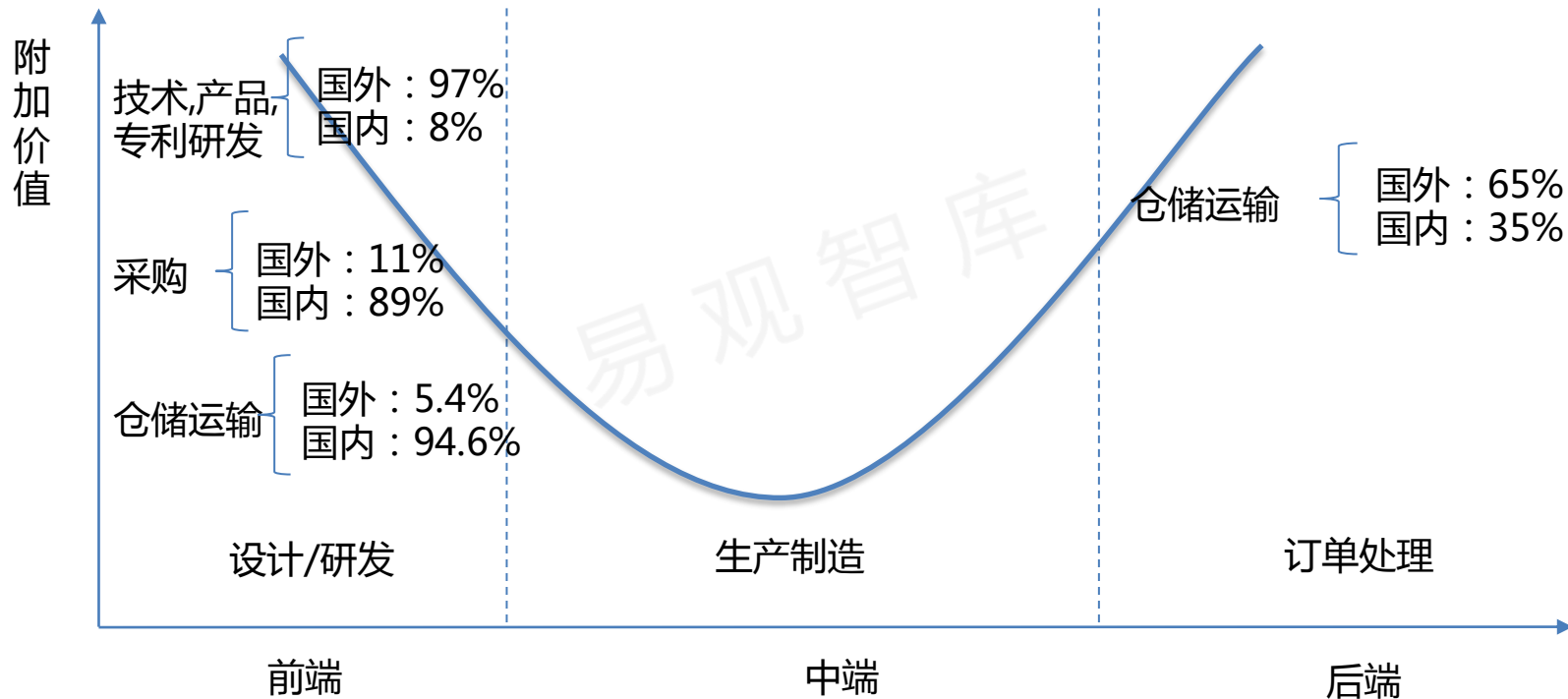
互联网+工业



两化融合造就新的产业价值链

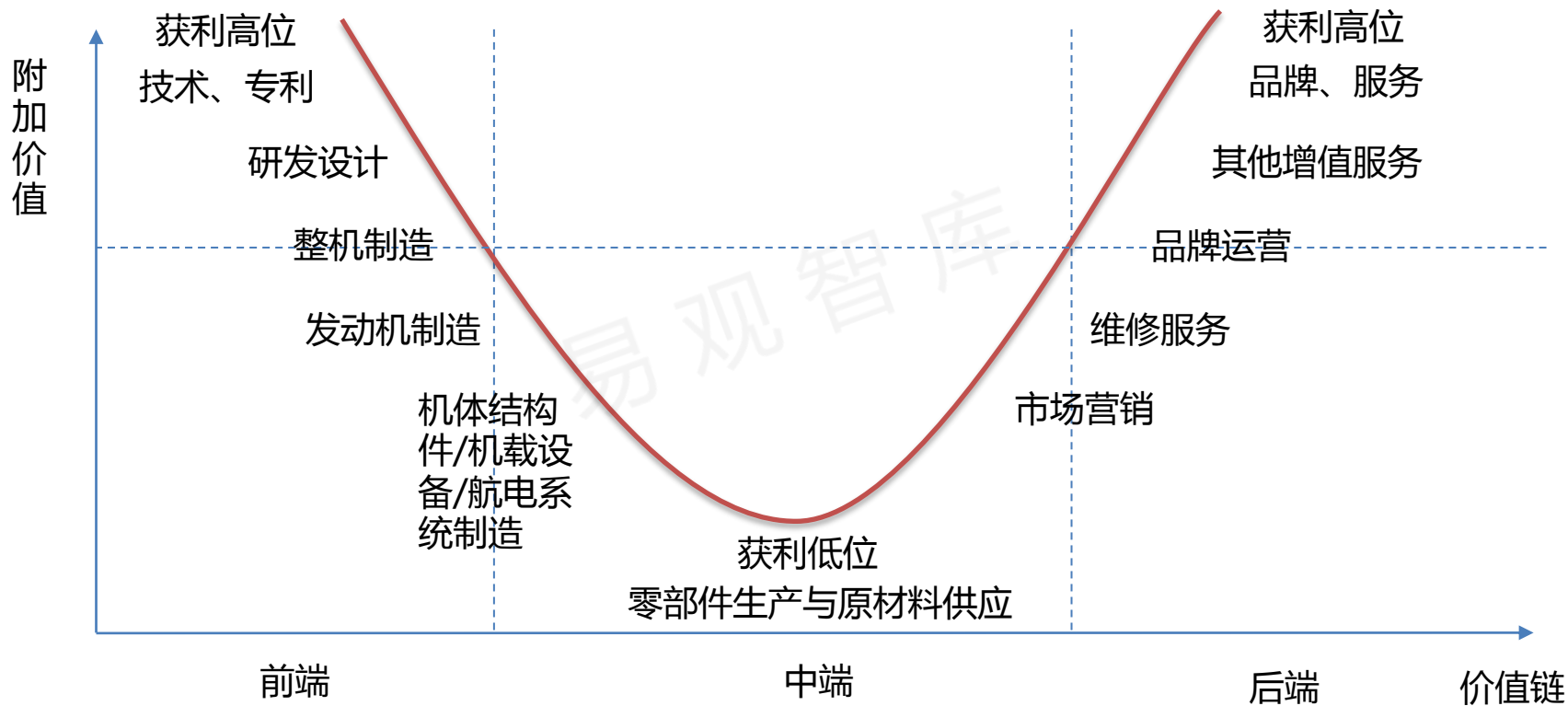


两化融合造就新的产业价值链

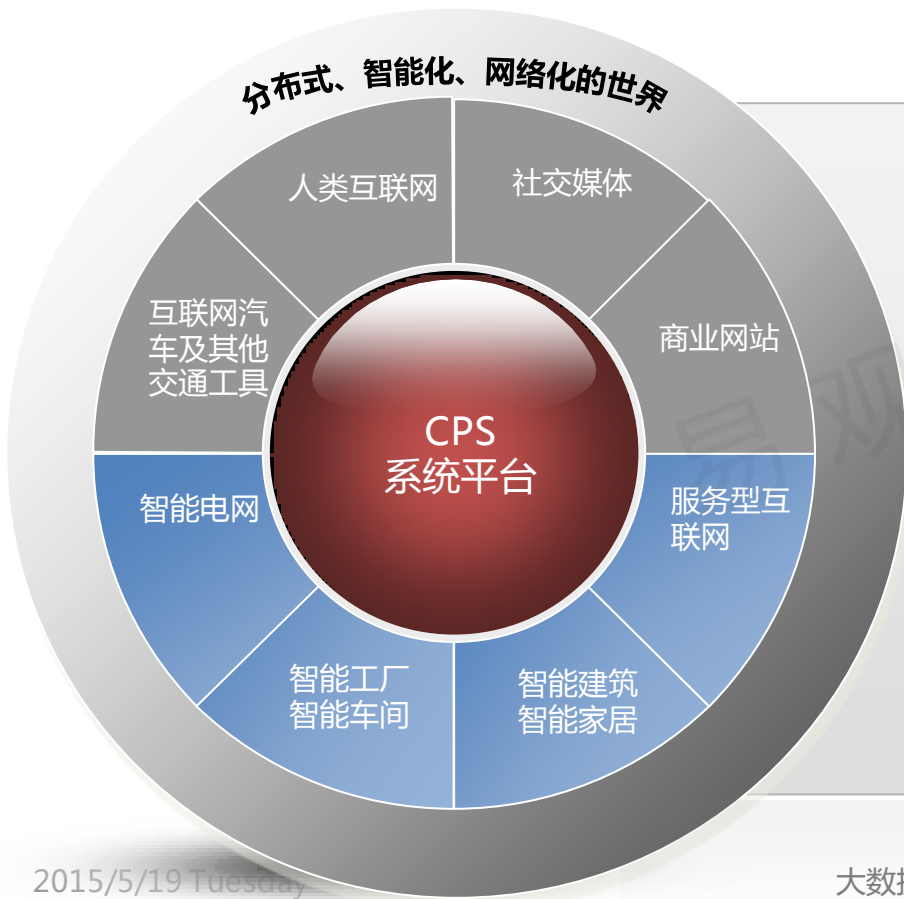


资料来源：华安证券研究所

航空制造业的全球价值链“微笑曲线”

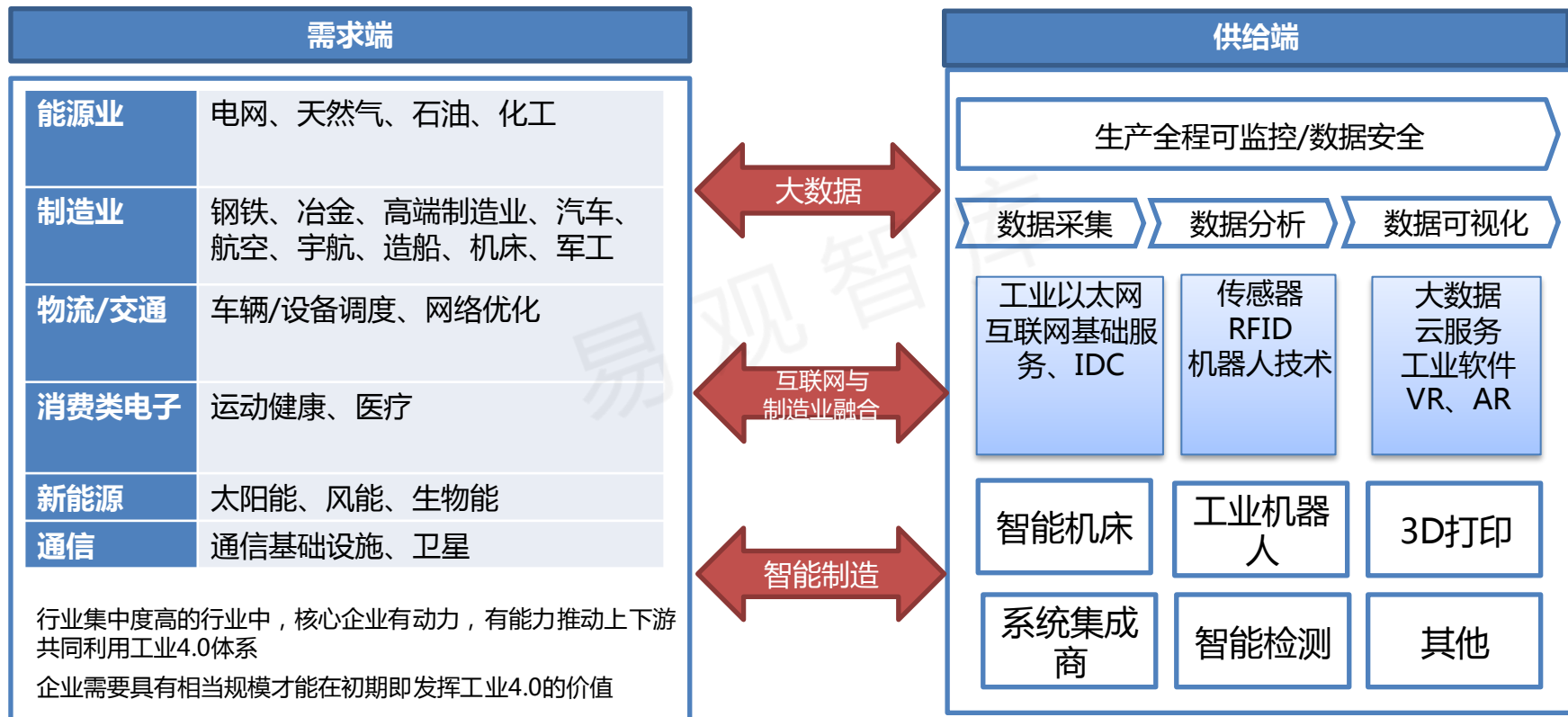


工业4.0模式下产业链分工将重组



- **工业4.0将使得工业生产过程更加灵活、坚强。**这将使得动态的、适时优化的和自我组织的价值链成为现实，并带来诸如成本、可利用性和资源消耗等不同标准的最优化选择。
- **工业4.0将发展出全新的商业模式和合作模式。**这些模式将力争确保潜在的商业利润在整个价值链所有利益相关人之间公平地共享，包括那些新进入的利益相关人。
- **工业4.0将带来工作方式和环境的全新变化。**全新的协作工作方式使得工作可以脱离工厂，通过虚拟的、移动的方式开展。
- **工业4.0将促进形成全新的信息物理系统平台。**全新的信息物理系统平台能够联系到所有参与的人员、物体和系统，将提供全面、快捷、安全可靠的服务和应用业务流程，支持移动终端设备和业务网络中的协同制造、服务、分析和预测流程等。

大数据&智能制造&互联网与制造业融合 将颠覆传统制造业



中国工业发展向工业4.0过渡面临的主要问题和挑战

尽管对中国工业化所处阶段仍然存在争议，但正如国务院发展研究中心指出的，总体上看中国工业化处于中期阶段，但已出现向后期阶段过渡的明显特征。与德国等西方工业发达国家相比，矛盾和问题依然存在。

基础理论研究：基础理论研究滞后自主研发能力薄弱，技术体系不够完整。制造业整体自主研发设计能力薄弱，缺少原始创新

软件：重硬件轻软件的现象突出，各类复杂产品设计和企业管理的智能化高端软件产品缺失。计算机辅助设计等关键技术与发达国家差距较大

关键技术和专利：关键技术及核心基础部件仍依赖进口，许多重要装备和制造过程尚未掌握系统设计与核心制造技术，在相关核心专利技术领域也缺乏积累

原材料：在先进材料、增材制造等方面差距还在不断扩大。大量原材料我国根本没有供应能力，有的依靠进口，而一些高端材料还限制中国进口

安全：工控系统信息安全问题突出，主要涉及到：功能安全、数据安全（企业信息保护和个人隐私保护）

人才：关键岗位人才缺失严重，对海外高层次人才和国外智力的引进工作力度不够。还没有形成良好的创新人才培养模式

就业问题：中国是人口大国，人口结构复杂。随着人口结构变化，人力成本上升，企业招工难，用工难。虽然工业4.0会缓解劳动密集型企业的用人需求，解放了大量劳动力，但是就业问题就会凸显，甚至有可能影响社会稳定。

逐步实现中国特色的工业4.0的对策建议

目标：建设中国特色的工业4.0，要以智能制造为主导，解决企业对密集劳动力的过分依赖，降低从生产到销售终端全流程的成本，从而提高企业的竞争力。走中国特色的工业4.0道路，要推动传统工业企业转型升级，成为大数据驱动的智能企业。将大数据、云计算科技与移动互联网结合起来。中国的企业未来将能够紧贴市场，与用户建立一种新型的互动关系，并且深入洞悉用户的需求。

制定整体策略：制定适应中国工业4.0发展整体战略路线图，制定并实施国家层面的中国制造2025发展规划纲要，打造以制造业数字化、智能化为核心特征的工业升级版。各地可以根据实际情况制定适应当地的工业4.0路线图。

加快工业转型：

- 1、纵向集成打通沟通渠道，以互联网式的平台模式运行，实现全流程的信息打通；
- 2、横向集成：推动零配件、工艺等的标准化；
- 3、端到端集成将跨越式的提升生产效率，同时还体现在原材料创新、产品创新等方面。

实现工业4.0转变的基础和前提是实现生产、制造的标准化、模块化以及数字化。这是实现工业4.0的重要基础和前提。

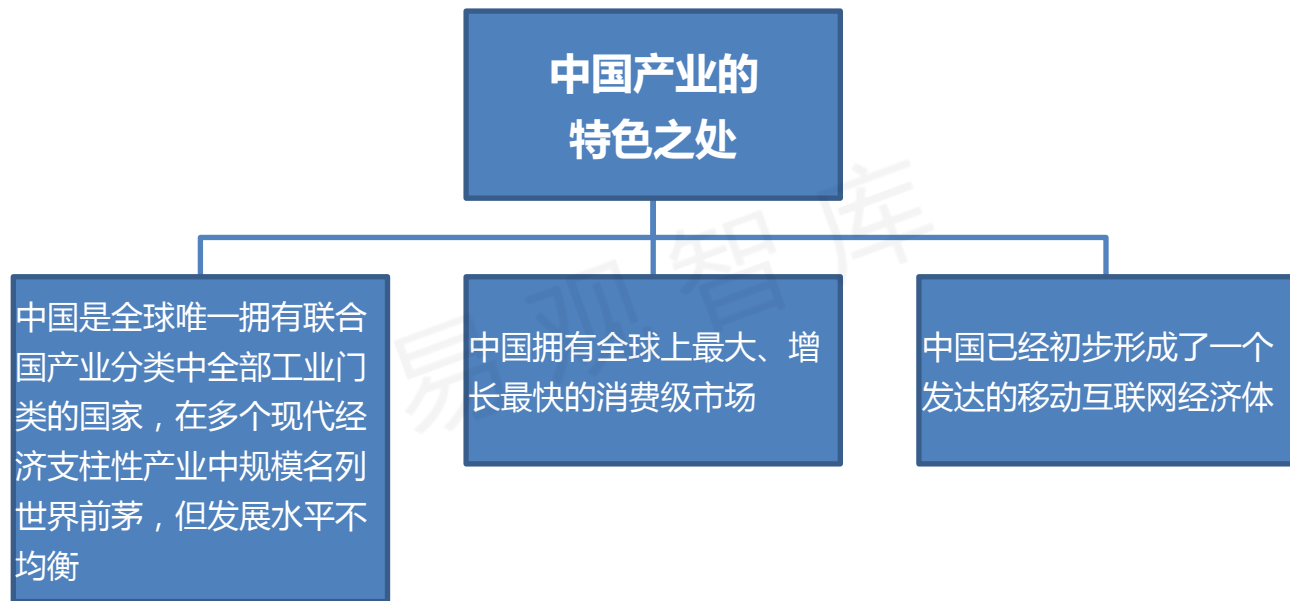
加强技术交流和引进：加强与德国、美国等国家先进企业的交流和互动借鉴其经验和做法推动中国工业升级转型。与跨国公司在华搭建联合研究平台，加快先进技术和产品的引进和转化。

大数据驱动智能工业：借助大数据、云计算、社交网络等新技术推动企业转型，不仅提升了生产、制造全流程的数据可视化和透明度，实现生产、制造全流程质量管理。而且帮助企业更好地满足消费者的需求。

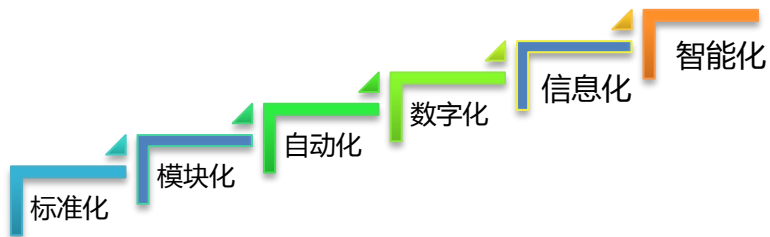
中国实施工业4.0不可能像德国一样大幅度的实现机器换人，而是需要人与机器的智能融合。中国的工业4.0是一个长期的过程，未来通过加强教育，促进人口素质的提高可以有效缓解就业问题。同时工业4.0以后由于减少了用工成本，相应的会提高工资待遇，改善工人生活。

大数据驱动中国特色的工业4.0

利用IT技术与理念，使工业转型升级，转型升级以后耗费的物质资源更少，产出更高效更多的工业4.0计划与中国早先提出的“两化融合”核心一致。结合自身优势制定有特色的工业4.0战略，是在新一轮全球产业竞争中占据先机的关键。



标准化、模块化和数字化是实现工业4.0的基础和前提



中国制造业目前的状况发展不平衡，处在没有总体完成工业2.0（大规模制造机械化）和工业3.0（工业自动化），就需要面对工业4.0（工业自动化和信息化深度融合）的形势。中国工业制造的发展，不像西方发达国家走的是工业2.0、工业3.0，进而工业4.0的串行发展，而应该是工业2.0、工业3.0和工业4.0并行发展的道路。

实现工业4.0转变的基础和前提是实现生产、制造的标准化、模块化以及数字化。这是实现工业4.0的重要基础和前提。

加快制定智能制造 标准化路线图

- 建立包括电子、通信、装备、软件、自动化等行业代表组成的智能制造标准工作组
- 加快制定智能制造综合标准化体系，研究制定智能制造系统互联互通的相关标准，确定在系统架构、基本原理、技术系统、组织流程等重点领域的标准化需求

启动优先急需领域 标准化制订工作

- 重点支持智能装备、智能生产线、智能车间、智能工厂等领域技术标准和规范的研制
- 加快制订智能产品的相关标准，包括智能工业软件和智能工业电子产品统一的系统集成、测评测试规范
- 研究制定面向工业控制系统、工业互联网的智能制造信息与网络安全标准

建设和推广企业 两化融合管理体系

- 将实施两化融合管理体系作为推进两化融合实现智能制造的重要手段，推进两化融合管理体系标准的研制、发布和国际化，加强两化融合管理体系的试点应用和推广
- 率先培养一批专业的咨询、认定和培训服务人才
- 积极培养和规范第三方咨询、认定和培训服务市场

青岛互联网+战略落地 多家企业尝试工业4.0

青岛市在深入总结海尔、红领、双星等一批先锋企业利用互联网推进发展进行模式创新，率先将互联网工业，作为两化深度融合的新突破、新发展，作为工业发展的新模式，提出实施智能制造试点，打造互联网工业城市的目标。具体实施步骤：

1. 实施智能制造试点示范行动
 2. 打造开放的互联网信息平台
 3. “五位一体”建设智慧园区
- 海尔集团目前已建成沈阳冰箱、郑州空调等4个全球领先的示范互联工厂，实现了从大规模制造向个性化定制的转变。
 - 红领集团运用智能制造技术改造传统服装生产，实现了个性化产品的工业化定制的新模式；红领集团通过工业4.0、大数据、3D打印等理念和技术，建起了包含20多个子系统的平台数字化运营系统，其大数据处理系统，已拥有超过1000万亿种设计组合，超过100万亿种款式组合。
 - 青岛啤酒将大数据运用到生产的各个环节，运用互联网思维对特色啤酒进行个性化定制，探索快消品行业O2O新模式等举措都走在了行业前列。



实施工业4.0后将在多个领域带来的变化

去人力化

- 降低了人员的使用数量，降低了人力成本占比

高度灵活性/大规模定制

- 实时满足客户需求的动态产品规划
- 实现各个生产环节的无缝对接，生产过程全程可监控，缩短生产任务的转换时间

P2P的客户关系

- 去中介化，带来商业模式创新
- 制造业企业和客户间的关系变得更加紧密

分布式/地区化

- 减小了规模效应，处理能力被分散到各地
- 能够快速重新定义需求，制定更加符合客户需求的生产流程

快速迭代推出新产品

- 随着3D打印、3D扫描以及新材料的广泛使用，产品的生产将变得更加高效
- 多种增强显示、虚拟现实的设备及智能设备将指导人们设计、生产、使用产品

能力的大幅提升

- 更加简单、便利的人机交互使得工人得以快速使用新技术
- 自动机器人使日常运营需要的工人更少

资产周转

- 极大的降低了库存量，提升了货物周转效率
- 设备正常运行的时间大大延长，降低了因为设备检修和故障造成停机的损失

工业4.0概念下涵盖的投资方向



大数据 大价值



- eCR-中国网购商品雷达
- eUR-中国数字消费用户雷达
- eBI-中国互联网商情
- eIR-中国创新应用雷达