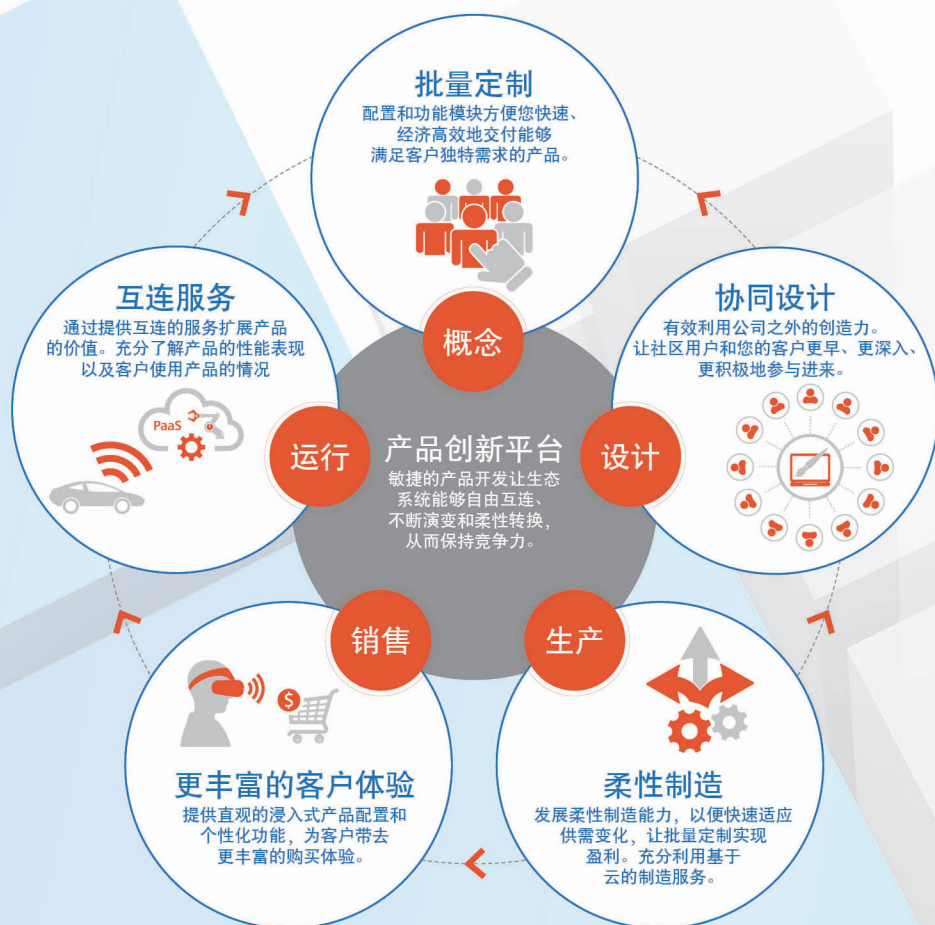


产品创新平台 助力中国智能制造发展



前言

当前，借助新型科技手段而兴起的产业革命正在全球蓬勃开展，世界工业技术体系、发展模式和竞争格局迎来重大变革。发达国家纷纷出台以先进制造业为核心的国家战略，我国在 2015 年推出的《中国制造 2025》战略中也强调了智能制造的重要性。

2009-2013 年，通过对全国各重点行业 and 地区近 15000 家企业两化融合发展水平评估发现，我国大多数企业两化融合以局部的单项应用为主，解决了信息技术应用在企业内的普及问题，但真正有效实现综合集成的企业数量和比例偏少。评估还发现，两化融合发展到综合集成阶段以后，企业的竞争力和综合实力呈现跃升的趋势。两化融合推进的关键就是要着力解决和突破“综合集成”这一难题，实现企业能力全面提升，并进一步带动产业链条上中小企业的发展，以此加速实现我国工业企业竞争力和综合实力的跨越式提升和突破，实现转型升级发展。

这其中，产品设计创新是最关键的核心内容

之一，通过创新的产品设计，企业可以达到提升用户满意度的目的，进而在市场中立于不败之地。中国制造企业又如何利用智能制造实现转型升级？在这一过程中会遇到哪些困难，又该如何解决？同时，借助两化融合、《中国制造 2025》国家战略，中国制造企业又如何利用智能制造实现转型升级？

为此，在中国两化融合服务联盟的指导下，权威市场咨询机构计世资讯发布了《产品创新平台助力中国智能制造发展》白皮书。白皮书从全球的宏观大背景谈起，从产品创新设计这一核心点出发，解析中国制造业现状、挑战和趋势，并结合对两化融合和《中国制造 2025》等国家政策的分析，以及其他新型技术和用户新需求的变化，指明产品创新驱动是实现智能制造的必由之路；同时探讨了国内制造业企业应该如何借助产品创新平台实现向智能制造的转变，指出了转型的原则，路径及意义，为国内广大制造企业和相关政府部门提供参考和借鉴。

目录

前言	1
第一章 面向未来的智能制造	3
第二章 智能制造——中国制造的必由之路	11
第三章 中国制造向智能制造转变的实现路径	27
第四章 产品创新平台——企业实现智能制造的必备利器	37
结语	42
参考书目	42
参考网站	42

第一章 面向未来的智能制造

智能制造的定义及内涵

1. 智能制造的定义

对于人类来说，以 1/10 秒为单位即接近实时；而对于制造过程来说，要做到高效精准，机器间的沟通就必须做到百万分之一秒，甚至更低。懂得交流的机器会让整个制造过程更加智能：机器能够用自己的语言交换信息；借助海量数据提供的“经验”，对生产中的复杂状况做出精准判断；甚至还逐步发展出“模仿”、“学习”能力，懂得如何自行组织生产，从而不断提升生产效率。

“机器学习”只是未来“智”造的场景之一。高度逼真的产品软件设计系统，戴上 3D 眼镜就能直接参观的虚拟工厂，虚拟仿真的智能生产线，可以打印出金属零部件的 3D 打印制造。这些都是智能制造为我们描绘的制造业未来。

预测家们如此展望，未来工厂里，在规模化流水线上做到个性化定制和全自动化生产不再是问题，机器与机器将实现对话，给整个生

产过程带来根本性变革。工业 4.0 时代的智能工厂，就像一个长了人类大脑的工匠，会自动完成接单、生产、送货等一条龙服务，整个产销过程极少有人的参与。

根据《国家智能制造标准体系建设指南》提出的权威定义，

智能制造是指将物联网、大数据、云计算等新一代信息技术与设计、生产、管理、服务等制造活动的各个环节融合，具有信息深度自感知、智慧优化自决策、精准控制自执行等功能的先进制造过程、系统与模式的总称，可有效缩短产品研制周期、提高生产效率、提升产品质量、降低资源能源消耗，对推动制造业转型升级具有重要意义。

因此，我们可以预见，未来的制造业将不再是密集工人和庞大生产规模堆积起来的密集劳动型产业，而应是基于大数据、物联网、云计算、移动互联网等各种信息技术的人脑型产业。数字化，自动化的柔性制造不仅要能满足人们日益增长的个性化需求，无疑还将带来生产力的极大提升，开启全新的智能制造时代。

2. 智能制造的内涵

（1）智能制造是创新引领的制造

企业要想推动自身快速发展，创新是关键内容，制造业要转型升级也离不开创新。金融危机后，欧美等发达国家纷纷提出“再工业化”战略，培养发展高端制造业，以抢占新一轮科技制高点。美国为此出台了一系列举措，集合联邦政府、学术界和企业界的资源，构建先进制造业创新网络，以“确保下一轮制造业革命发生在美国”。当前美国正在构建的制造业创新研究所体系，正是这一举措的集中体现。

创新是产业发展的源泉，技术创新是推动制造业发展的主要力量。中国制造业转型升级，创新驱动是关键推力。制造业的创新覆盖多个环节，包括产品创新、模式创新、业态创新、组织创新等等，这其中，产品的创新可以说是制造业创新转型的起点，是实现智能制造的核心动力。只有实现了产品设计的创新，才能够保证整个制造业的各个环节顺利实现智能转型。特别是当前我国制造业企业缺乏创新能力的背景下，提升产品设计创新能力就变得愈发重要。把产品创新贯穿制造业发展始终，也就抓住了中国制造发展新引擎。

（2）智能制造是高度集成的制造

根据当前业界人士对制造业的普遍看法，

未来的制造业将会向三个集成方向发展：横向集成、端到端集成、纵向集成。这也正是智能制造发展的三大方向。

横向集成——互联网化带来的改变

横向集成是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，提供实时产品和服务，推动企业间研产供销、经营管理与生产控制、业务与财务全流程的无缝衔接和综合集成，实现产品开发、生产制造、经营管理等在不同的企业间的信息共享和业务协同。

端到端集成——大规模定制生产来临

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。在C2B模式下，需要用户参与到产品的设计和生产中，制造企业需要用户把他们的需求更直接的输入到产品设计的各个阶段，为用户带来更多的最佳体验。在这样的模式下，工厂本身将面对个性化、定制化的订单和新产品的快速导入。这就要求工厂是非常地柔性、灵活的，同时又必须保证运营的高效率。实现柔性、灵活与高效率的统一，实际上最终要去实现的就是大规模定制的模式。

垂直集成——打通信息系统

垂直即纵向集成不是一个新话题，企业信息化发展经历了部门需求、单体应用到协同应用的一个历程，伴随着信息技术与工业融合发展的同时也常讲常新，换句话说，企业信息化在各个部门发展阶段的里程碑，就是企业内部信息流、资金流和物流的集成，是在哪一个层次、哪一个环节、哪一个水平上的集成，是生产环节上的集成（如研发设计内部信息集成），还是跨环节的集成（如研发设计与制造环节的集成），还是产品全生命周期的集成（如产品研发、设计、计划、工艺到生产、服务的全生命周期的信息集成）。简单点说，纵向集成就是解决企业内部信息孤岛集成。在企业内部实现所有环节信息无缝连接，这是所有智能化的基础，更是智能制造的基础和特征。

（3）智能制造是绿色持续的制造

很多传统工业品给人们留下的印象很多是“粗制滥造”，“低效能”也一直是被诟病的问题。在过去，节能技术是一种可有可无的“附属品”。但今天，环保的重要性已不可忽视，并且成为工业品性能、品质改善过程中必须关注的重要领域。随着工业企业对《中国制造 2025》的深入践行，生态设计、绿色制造成为大势所趋。

研究表明，工业产品 80% 的资源消耗和环境影响取决于产品设计阶段，这使得生态设计、绿色设计受到了越来越多地青睐。所谓生态设计就是在设计阶段，充分考虑现有技术条件、原材料保障等因素，力求产品在全生命周期中优化解决各个环节产生的资源环境问题。由于打破了传统制造工艺的束缚，产品设计就无需采用原来的设计思路和方法，从而产生了工业品的重新设计和改造，即工业再设计。工业再设计将生态理念深入到工业品研发中，制造过程的早期阶段就对成本、材料和制造技术通过数字化智能化工具手段进行优化，如：轻量化。而不是在后期再进行修改，形成对绿色制造的强有力支持。

与传统制造业的去料加工技术相比，以 3D 打印为代表的快速成型技术被看作是引发新一轮制造革命的关键要素。工业再设计就是利用工程仿真手段和精密铸造工艺创新对现有传统工业品的设计过程和工艺过程进行优化、完善与升级。从设计源头开始基于先进精密铸造工艺、仿真及优化手段，进行工业品再设计，在提高工业品性能、升级产品品质的同时，使其走向集成化、轻量化、智能化，这会有力地推动和建立我国生态设计和绿色制造的工业模式，更是实现智能制造的必由之路。

案例

特斯拉：利用智能产品创新打造制造企业典型

从全球视野来看，很多企业都在积极阐释智能制造的理念，打造智能化的企业。这方面的先进典型诸如特斯拉，一直致力于软件和功能更新，打造更好的智能产品来为用户服务，满足用户需求。

面对消费者对纯电动汽车使用过程中的“里程焦虑”问题，特斯拉首席执行官埃隆·马斯克 2015 年 3 月公布了一个软件更新，主要包含了里程保证和行程规划的新功能，旨在缓解车主的这一忧虑。这个问题是电动汽车车主最担心的问题之一，他们害怕自己的汽车电量无法坚持到达下个充电站。

之前，在前往较远目的地时，车主们需要谨慎检查和重新充电，以确保电动汽车电池达到最佳状态，或者车主会简单地选择燃油汽车代替心爱的特斯拉电动汽车。现在，为了应对里程焦虑问题，特斯拉已经在全美投资建造高速充电站网络，并引入试点计划，对比燃油与电池成本。此外，软件升级可以更好地分配 Model S 现存的电力，或提供更精准的预警系统平息司机的各种担忧。特斯拉 Model S 轿车充电一次平均可行驶 480 公里，但根据驾驶方式和电池选择可能有所不同。

据称，该软件将可在地图上标出充电站的位置，可让车主与车载电脑进行实时沟通。新功能可以根据风速、上下坡情况以及其他路面情况精确计算出汽车当前电量还能行驶多远，并且能够在导航仪中及时地看到最近的闲时充电桩位置。新功能将与特斯拉汽车实现完美的结合，“基本不可能”有耗尽电量的现象产生，可以使车主不必事先考虑电量问题或进行任何计算。此外，新版软件还包括制动辅助以及新的盲点预警系统，盲点预警系统会在 30-140km/h 之间起作用。

马斯克还表示，特斯拉计划每 3 到 4 个月就发布一次软件更新，未来的软件更新还将引入自动驾驶等功能。通过对 Model S 汽车的软件进行持续升级，从而使用户保持新鲜感。而用户无需进行任何操作即可获得一些升级。

特斯拉向 Model S 自动推送软件来帮助汽车学习驾驶者养成习惯，并做出相应调整。此外，导航系统将提供能避开交通拥堵的行车路线，而驾驶者可以在移动应用中对汽车进行命名；Model S 在车身中配置了防护装置，以避免任何物体刺穿电池组。此前在美国，Model S 曾发生两起碰撞事故并引发火灾，而配置电池防护装置是为了解决这一问题；今年晚些时候，特斯拉还将提供升级的驾驶座椅，解决当前驾驶座椅不够舒适的问题；特斯拉还在开发自动驾驶功能，这一功能类似飞机的自动巡航功能。

全球智能制造发展经验分享

当前全球各国都把制造业的发展作为国家发展战略的核心，比如德国提出的“工业 4.0”，美国提出的“工业互联网”，英国提出的《英国工业 2050 战略》，在这些国家的策略中，以产品创新为重要内容的战略规划都被视为制造业整体发展的重要内容之一，如德国“工业 4.0”中的集成化、产品个性化设计；美国《先进制造业国家战略规划》中倡导的将人、数据和机器融合到整个产品生命周期中等等，这些都体现出先进国家在实现智能制造方面对产品创新的重视程度。

1. 德国“工业 4.0”

德国“工业 4.0”在德国工程院、弗劳恩霍夫协会等德国学术界和产业界的建议和推动下形成，由德国联邦教研部与联邦经济和能源部联手支持。在 2013 年 4 月的汉诺威工业博览会上正式推出并逐步上升为国家战略。其目的是为了提升德国工业的竞争力，在新一轮工业革命中占领先机。德国“工业 4.0”的核心内容可以总结为：建设一个网络（信息物理系统）、研究两大主题（智能工厂、智能生产）、实现三大集成（纵向集成、横向集成与端到端集成）、推进三大转变（生产由集中向分散转变、产品由趋同向个性转变、用户由部分参与向全程参与转变）。

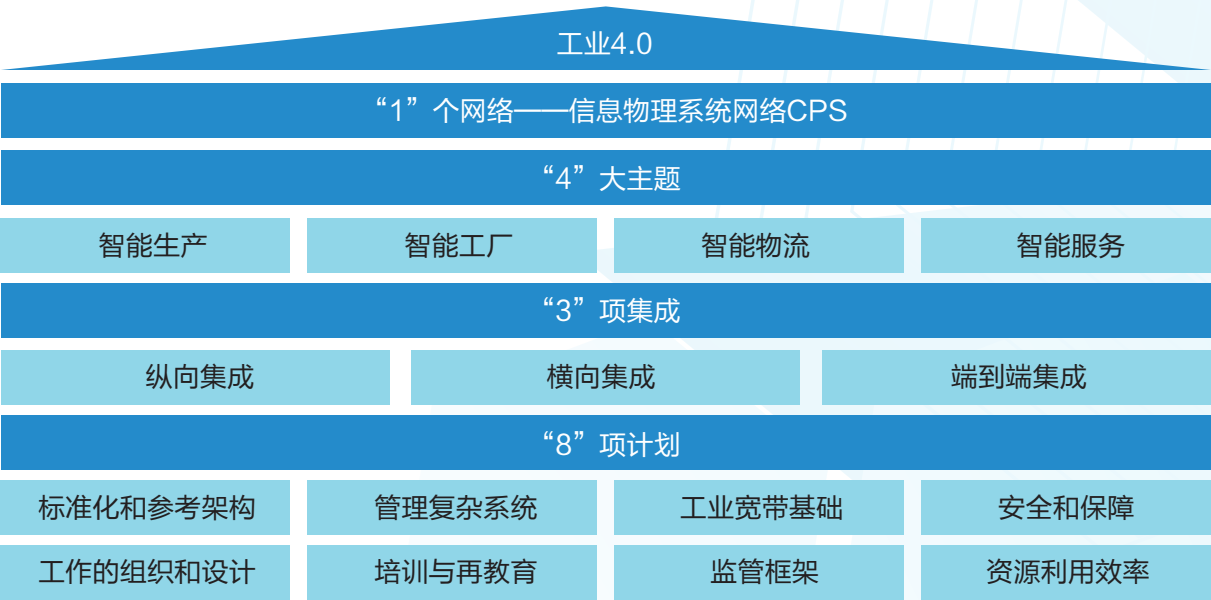
2013 年 9 月，德国发布的《实施“工业

4.0”战略建议》中提出了实现“工业 4.0”的八个优先行动领域，第一个就是开展标准化工作。2013 年 12 月，德国电气电子和信息技术协会与德国电工委员会联合发布《德国“工业 4.0”标准化路线图》，明确了参考架构模型、用例、基础、非功能属性、技术系统和流程的参考模型、仪器和控制功能的参考模型、技术和组织流程的参考模型、人类在工业 4.0 中的功能和角色的参考模型、开发流程和指标、工程、标准库、技术和解决方案等 12 个重点方向，并提出了具体标准化建议。2015 年 4 月，德国在汉诺威工业博览会上宣布启动升级版的“工业 4.0 平台”，也启动了《德国“工业 4.0”标准化路线图》2.0 版的研究。

当前，“工业 4.0”俨然已经上升为德国的民族战略，由总理默克尔亲自代言，将这一概念迅速带向全球。德国“工业 4.0”是其从自身制造业发展所面临的形势出发、力图继续保持其竞争优势而提出的战略。其核心是将制造业置于信息通信技术迅猛发展和新一轮产业革命来临的时代之中，以构建信息物理系统（Cyber-Physical Systems, CPS）来创建新的制造模式，从而提升德国制造业，保障德国制造业的未来。

德国在实现了工业 1.0，2.0，3.0 的基础上提出“工业 4.0”，并将其分为三步走来实现：短期目标是实现工厂自动化；中期目标为 3-5 年，实现 ERP 系统在工厂中的使用，加强分散式控制而非目前传统的集中控制，实现企业横向、纵向、

图表 1 德国“工业 4.0”战略框架



端到端集成及网络化；长期目标为 5 年以上，加强安全性考量，安全性是“工业 4.0”成功的重要因素，即人们获取的数据必须可信，同时必须具有安全防盗功能，可以免遭外部的窃取或损害，如黑客攻击、间谍破坏。

2. 美国“工业互联网”

2012 年美国率先提出《美国先进制造业国家战略计划》，而“工业 4.0”在美国不叫“工业 4.0”，而叫“工业互联网”，它指的是将智能设备、人和数据连接起来，并以智能的方式

利用这些交换的数据。在通用电气的倡导下，AT&T、思科 (Cisco)、通用电气 (GE)、IBM、英特尔 (intel) 已在美国波士顿宣布成立工业互联网联盟 (IIC)，以期打破技术壁垒，促进物理世界和数字世界的融合。

与德国的“工业 4.0”相比，美国的“工业互联网”范畴更广阔。它试图将人、数据和机器连接起来，形成开放而全球化的工业网络。相比德国西门子的“工业 4.0”，通用电气的“工业互联网”方案更加注重软件、互联网、大数据等对于工业领域的颠覆。所以德国强调的是“硬”，美国注重的是“软”，而这种柔中带刚的“软性”

实力，恰恰是“工业 4.0”这条食物链的最上端，也是美国最为擅长的。

美国“工业互联网”的愿景是在产品生命周期的整个价值链中将人、数据和机器连接起来，形成开放的全球化工业网络。实施的方式是通过通信、控制和计算技术的交叉应用，建造一个信息物理系统，促进物理系统和数字系统的融合。

2014 年 4 月，美国工业互联网联盟成立，联盟作为一个开放性的会员组织，致力于打破技术壁垒，通过促进物理世界和数字世界的融合，实现不同厂商设备之间的数据共享。联盟于 2015 年 6 月发布了《工业互联网参考体系结构》，从商业视角、使用视角、功能视角和技术实现视角对工业互联网进行了定义，同时着手开发用例和测试床，助力软硬件厂商开发与工业互联网兼容的产品，实现企业、云计算系统、计算机、网络、仪表、传感器等不同类型的物理实体互联，提升工业生产效率。

3. 英国“工业 2050”

英国政府科技办公室也在 2013 年 10 月推出了《英国工业 2050 战略》。当前，英国政府制定了基础设施改造升级、打造“英格兰北部经济中心”等宏大计划，这与中国提出的“一带一路”倡议、“中国制造 2025”、“互联网+”等有很多契合点。

英国这个工业革命的发生地，现代工业的摇篮，却一度在发展的道路上“抛弃”曾给自身带来现代化变革和巨大财富的制造业，直到金融危机时期破裂的金融泡沫令其看清制造业才是立国之本，提出“再工业化”的概念。

需要注意的是，重踏工业化之路的英国也有自己的思考。英国推行的“再工业化”不是对工业化进程的简单重复，而是着眼高端，从高科技、创意设计等高附加值创新领域入手，抢占制造业新的制高点。可以说，英国这个老牌工业国在制造业的复兴和转型之路上展现出了独特的活力，值得借鉴和学习。

4. 国外智能制造发展差异和启示

对比中德美三国可以看出，德国基于其强大的工业基础，自下而上积极推动“工业 4.0”战略，希望通过新一代信息技术在制造业中的应用，保卫其制造业的优势地位；而美国则基于其领先的互联网创新能力，强调软件、网络和数据，注重互联互通和互操作，自上而下打造工业互联网，期望重新夺回制造业霸主地位。

在新一轮的全球工业革命中，各国积极构建自己的智能制造产业体系，这个体系背后是技术体系、标准体系、产业体系，是智能制造产业生态系统的主导权。从本质上看，各国新一轮工业革命的竞争，正是未来全球新工业革命的标准之争。

图表 2 美德英日四国“智能制造”战略对比分析

	美国	德国	英国	日本
提出时间	2012 年 2 月	2013 年 4 月	2013 年 10 月	2015 年 6 月
提出战略	《美国先进制造业国家战略规划》	《德国工业 4.0 战略》	《英国工业 2050 战略》	《日本 2015 年版制造白皮书》
提出部门	美国国家科学技术委员会	德国政府	英国政府科技办公室	日本经济产业省
战略意义	再次占据新工业世界翘楚地位	引领全球制造业潮流	重踏工业化之路，抢占新制高点	是对各国制造业战略的应对

而我国工业正处于由大变强、转型升级的关键时期，不同规模、行业和区域的企业水平差异巨大，应基于我国工业的实际情况，借鉴别国经验，制定出适合我国国情的标准化战略。国外相关经验对我国的启示可以归纳为：

（1）各国发展工业均离不开本国企业的通力协作。我国应充分吸收借鉴发达国家产学研用联合推进的模式，形成以企业为核心的发展模式，推动智能制造迅速发展。

（2）各国均瞄准广泛互联的工业网络、贯穿产品全生命周期的信息数据链和具备感知、控制与联网功能的智能装备等重点技术领域。

（3）各国均注重结合本国优势，战略重点略有差异又相互学习借鉴。美国近期的行动更加注重对“硬制造”的部署，德国也更加关注互联网所带来的产业生态系统和新模式。

（4）各国均强调建立创新基础设施，推动统一标准的制定，为智能制造的发展提供保障。

第二章

智能制造——中国制造的必由之路

中国制造业面临的机遇与挑战

曾几何时，中国凭借廉价的劳动力和大规模生产成为“世界工厂”，但是随着全球和中国国内经济形势的变化，以及用户需求的更迭，当前中国制造业正面临着转型升级的挑战，产品创新能力的缺乏也让制造企业面临着如何满足新的用户需求，提升自身竞争力的问题。中国政府正在通过一系列政策推动制造业的升级转型；同时用户也在呼唤制造企业尽快转型以提供更好的产品和服务。这其中，增强企业的创新能力，将产品创新作为制造企业向智能制造转型的核心内容成为重中之重。

1. 中国正在从制造大国向制造强国迈进

（1）中国已成为“制造大国”

2013 年以来，中国已成为名副其实的“制造大国”，220 多种工业品产量居世界第一位，制造业净出口居世界第一位，制造业增加值根据联合国工业发展组织资料，目前中国工业竞争力

指数在 136 个国家中排名第七位。按照国际标准工业分类，中国在 22 个大类中的 7 个大类名列第一，钢铁、水泥、汽车等 220 多种工业品产量居世界第一位。1990 年中国制造业占全球的比重为 2.7%，居世界第九；到 2000 年上升到 6.0%，居世界第四；2007 年达到 13.2%，居世界第二；2010 年为 19.8%，跃居世界第一。自 19 世纪中叶迄今，经历了一个半世纪的历程，中国又重新回到世界第一制造业大国的地位。

2014 年，中国工业增加值达到 22.8 万亿元，占 GDP 的比重达到 35.9%；中国共有 100 家企业入选“财富世界 500 强”，比 2008 年增加 65 家，其中制造业企业 56 家（不含港澳台），连续两年成为世界 500 强企业数仅次于美国（130 多家）的第二大国。

（2）创新力不足制约“制造强国”之路

但总体来看中国仍处于工业化进程中，大而不强，产能过剩的问题依然突出，与先进国家相比还有较大差距，制造业转型升级的任务艰巨而紧迫。

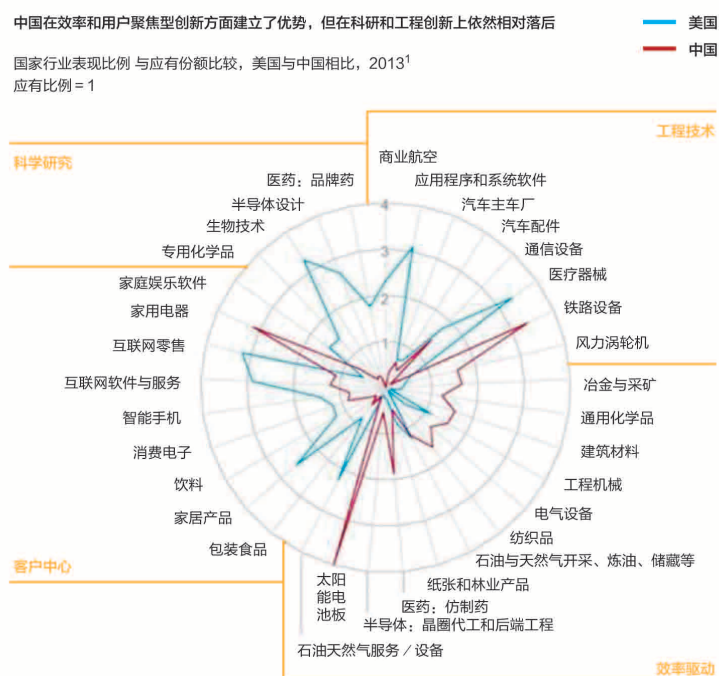
当今，我国制造业面临资源环境压力加大、劳动力成本上升、出口增长乏力、创新能力薄弱、工业基础不够扎实等诸多挑战。虽然近年来中国科技创新取得了显著成就，专利申请数量大幅上升，2014 年中国授权的发明专利共计 23.3 万件，连续 4 年位居世界首位，但关键核心技术受制于人的局面仍然没有得到根本改变，大量的关键零部件、系统软件和高端装备基本都依赖进口。例如，2013 年，中国 80% 的芯片都依赖进口，进口总额达到了 2313 亿美元，同比增长了 20.5%，进口额超过了原油，是中国第一大进口商品。

与发达国家相比，中国制造企业开展技术创新的动力不足、不够活跃，尚未真正成为技术创新的主体。基础研究投入不足，是

缺乏重大突破性、颠覆性创新的重要原因之一。据统计，中国基础研究比例不足 5%，仅仅是发达国家的 1/4。原隶属于各工业部门的院所改制为企业之后，更多的资金、人力和管理开始从共性技术领域转到应用技术和商业化领域，不再从事共性技术的研发，产业共性技术的研发和产业化主体弱化。

同时，高等学校、科研院所与企业拥有不同的评价机制和利益导向，各自创新活动的目的严重分化，科研成果转化率仅为 10% 左右，远低于发达国家 40% 的水平，产学研合作创新的有效机制尚未形成。由于创新能力不强，中国在国际分工中尚处于技术含量和附加值较低的“制造—加工—组装”环节。所以综上，在新技术变革加

图表 3 中美创新力对比图



快节奏的形势下,我国制造业亟待提高发展水平,加快实现从制造大国到制造强国的转变。

2. 智能制造：中国制造业转型升级的目标

当前,我国制造业已建成了门类齐全、独立完整的产业体系,规模跃居世界第一。然而,与世界先进水平相比,我国制造业仍然大而不强,在自主创新能力、资源利用效率、信息化程度、质量效益等方面差距明显,向智能制造转型的呼声日益强烈。

就此问题,相关专家学者在近两年制造强国战略研究的基础上,普遍认为,中国要实现制造业强国梦,必须从产品研发、生产制造、经营模式等多方面进行智能转型,提升中国制造企业的

综合实力。这其中,产品设计创新被看作是制造企业向智能制造转型的核心和灵魂,是一切有竞争力的生产制造的前提。因此,鉴于我国制造业基本属于劳动密集型产业,处于价值链的底端。产品研发环节的智能转型就显得愈发重要。只有在大幅提升产品创新能力的前提下,再结合我国制造业原有的成本和生产制造等方面的优势,才能真正实现智能制造,并通过智能制造来提升我国制造业的竞争力。

政策助力中国智能制造健康发展

当前,中国政府已经高度重视制造业的振兴和发展,从前几年提出的两化融合到 2015 年推出的《中国制造 2025》,从不同层面为中国制

图表 4 近年来智能制造政策一览

政策名称	《2015 年智能制造试点示范专项行动实施方案》	《中国制造 2025》	《< 中国制造 2025> 重点领域技术路线图 (2015 版)》	《国家智能制造标准体系建设指南 (2015 年版)》 (征求意见稿)
颁布时间	2015 年 3 月 9 日	2015 年 5 月 19 日	2015 年 9 月 29 日	2015 年 10 月 19 日
颁布单位	工业与信息化部	国务院	国家制造强国建设战略咨询委员会	工业和信息化部、国家标准化管理委员会
政策要点	明确要坚持立足国情、统筹规划、分类施策、分步实施的方针,以企业为主体、市场为导向、应用为切入点,持续推进试点示范。	坚持“创新驱动、质量为先、绿色发展、结构优化、人才为本”的基本方针,坚持“市场主导、政府引导,立足当前、着眼长远,整体推进、重点突破,自主发展、开放合作”的基本原则,并部署了实现制造强国的战略目标	围绕经济社会发展和国家安全重大需求,选择 10 大战略产业实现重点突破,力争到 2025 年处于国际领先地位或国际先进水平	智能制造标准体系包括智能装备、工业互联网、工业云和大数据、智能工厂/数字化车间、服务型制造在内的 7 大标准领域。
核心任务	决定自 2015 年启动实施智能制造试点示范专项行动,以促进工业转型升级,加快制造强国建设进程	部署全面推进实施制造强国战略,这是我国实施制造强国战略第一个十年的行动纲领	为引导社会各类资源集聚,推动优势和战略产业快速发展	为加快推进智能制造标准化工作,加强顶层设计,构建智能制造综合标准体系,发挥智能制造标准的规范和引领作用

制造业的转型和发展指明了方向，同时也为企业实现智能制造提供了基础并指明了方向。

1. 两化融合为智能制造提供坚实基础

（1）两化融合基本概念

工业化和信息化融合简称两化融合，是两个历史进程的融合发展，信息化不仅带动工业化，还要带动和促进一切与工业化相伴随的历史进程，使之融合发展。十八大将此概括为：“促进工业化、信息化、城镇化、农业现代化同步发展”。发达国家都是先实现工业化，然后实现信息化。

两化融合是指新一代信息技术广泛应用到工业生产的各个环节，信息化成为工业企业经营管理的常规手段。信息化进程和工业化进程不再相互独立进行，不再是单方的带动和促进关系，而是两者在技术、产品、管理等各个层面相互交融，彼此不可分割，并催生工业电子、工业软件、工业信息服务业等新产业。两化融合是工业化和信息化发展到一定阶段的必然产物。它的核心就是信息化支撑，追求可持续发展模式。

在信息技术不断发展的大环境下，企业围绕其战略目标，将信息化作为企业的内生发展要素，夯实工业化基础，推进数据、技术、业务流程、组织结构的互相创新和持续优化，充分挖掘信息资源配置的潜力，不断打造信息化环境下的新型能力，形成可持续竞争优势，实现创新发展、智能发展的过程。

（2）两化融合趋势下的制造业发展

2015年4月27日，两化融合管理体系贯标

工作会议暨成果展在京召开。在会议上，工信部部长苗圩作了题为“坚持创新引领确保本质贯标努力开创两化融合管理体系贯标工作新局面”的主题报告。他指出经过近几年的实践和探索，两化融合管理体系贯标工作已经取得了一些阶段性成果，并且为制造业发展提供条件。

在新形势下，加快推进两化融合已成为制造业企业进一步发展的硬指标。在工业化发展历史进程中，不仅是生产力（技术、工具、设备、动力等等）的发展，还有生产关系和上层建筑（观念、习惯、体制、机制等等）的发展。推进企业两化融合，不仅是技术、设备等等的融合，而且是包括企业的愿景、目标、商业模式、管理体制、文化等等的融合。简而言之，企业两化融合就是在信息化条件（环境）下，企业实现全面现代化的进程。

两化融合管理体系是企业系统地建立、实施、保持和改进两化融合过程管理机制的通用方法，覆盖企业全局，可帮助企业依据为实现自身战略目标所提出的需求，规范两化融合相关过程，并使其持续受控，以形成获取可持续竞争优势所要求的信息化环境下的新型能力。在信息化环境下，两化融合是企业获得可持续竞争优势的必由之路。其次，两化融合是提高企业经济效益的有效手段。再次，两化融合是解决当前我国经济发展面临的一系列难题的必要手段。

综上所述，为应对新一轮科技革命和产业变革，为《中国制造2025》奠定基础，关键是要大力推动两化深度融合，当前的重点是以智能制造为主攻方向，全面提升制造业产品、装备、生产、管理、服务的智能化水平。

案例

赛象通过两化融合践行智能制造

赛象基本情况

天津赛象科技股份有限公司是在天津滨海高新区注册的股份制高新技术企业，是以研发生产子午线轮胎成套装备为主的专业化公司。公司始创于 1989 年，2000 年改制为天津赛象科技股份有限公司。经过二十多年不断创新和持续发展，主要经济指标在国内外橡胶行业名列前茅。除了品牌优势外，赛象科技还具有管理层理念的优势：高管重视，公司管理层意识到两化融合不是某一个部门、某一个部门经理的事情。只有公司管理层重视并且制定目标、方向和战略，自上而下地进行执行。有效的执行力和监督考核，实施效果才有效地对企业两化融合贯标和日后企业的升级有质的提升。同时公司坚持自主创新，广泛应用光机电一体化等一系列高新技术。

产品设计环节无缝集成保障信息流传递

2014 年 10 月份，赛象科技启动了公司两化融合贯标工作，在贯标过程中对企业战略重新进行了梳理，并且围绕企业战略，识别企业核心竞争优势，打造设计与制造一体化的敏捷交付能力。在能力的打造过程中，通过业务流程优化、组织机构调整、技术平台搭建、数据的整理与分析等方法，最终实现能力的打造。

在两化提出的协同创新、经济社会效益、综合集成、单项应用、基础设施和竞争力这六个指标中，赛象分别在基础建设、单项应用、综合集成、竞争力等指标方面高于我国规模以上企业竞争力指标，高于专用设备行业企业竞争力指标。其中，以综合集成为例，目前赛象完成了从 CAD-PDM-CAPP-ERP-DNC 的无缝集成，保证了信息流的无差错高效传递。

日前，工信部已经正式下发通知，赛象通过了国家首批两化融合贯标的认定。当然，对于企业来说，更多的价值来源于两化融合体系建立的过程，以及实施过程中发现的问题，这对于企业未来的发展是有积极意义的，包括在此次实施过程中，对于企业战略的重新梳理及重新认识，这有助于企业员工、管理层进一步提升了对两化融合工作的认识。

两化融合对赛象的价值

目前，随着与客户在两化融合方面的交流，赛象科技发现轮胎行业大部分的客户两化融合水平还是处于初级阶段，他们除了在产品上给客户解决解决方案之外，也会帮助客户去提升他们的两化融合水平。和其它的企业相比，赛象科技的两化融合贯标工作的优势首先在于赛象公司高层领导团队对于两化融合工作的重视，特别是公司总经理作为两化融合项目领导小组组长，直接参与两化融合项目工作的推动；其次在于赛象科技抽调各部门骨干力量，共同组建多体系项目组，共同推进两化融合项目，实现本质贯标。

通过管理信息化平台的搭建，使得公司内部的运营工作实现了工作制度化、制度流程化、流程表单化、表单可视化，进而实现了设计与制造一体化的敏捷交付能力的打造，在当前经济下滑压力比较大的情况下，通过提升设计制造效率、为快速赢得客户订单提供保障。而通过此次两化融合项目的实施，赛象科技在管理上得到了明显的提升，这正是两化融合工作对企业创造的价值。

2. 《中国制造 2025》促进智能制造创新启航

（1）《中国制造 2025》概述

2015 年 3 月 25 日，李克强总理主持召开

国务院常务会议，部署加快推进实施《中国制造 2025》，实现制造业升级。经历了近 3 年时间制定而成的这份规划，被视为“用三个 10 年完成中国从制造业大国向制造业强国转变”的第一个 10 年路线图。

图 4 《中国制造 2025》9 大任务



《中国制造 2025》的目标是：经过 10 年的奋斗，到 2025 年，中国制造业整体素质大幅提升，创新能力显著增强，全员劳动生产率明显提高，智能化、服务化、绿色化达到国际先进水平，中国进入世界制造强国的行列。《中国制造 2025》的核心是创新驱动发展，主线是工业化和信息化两化融合，主攻方向是智能制造，最终实现制造业数字化、网络化、智能化。

《中国制造 2025》主要围绕先进制造、高端装备等重点领域，通过努力实现中国制造向中国创造、中国速度向中国质量、中国产品向中国品牌三大转变。由制造型向创新型转变，过去是简单的制造，满足基本的产品需要，能制造出来就可以了。未来随着中国经济的发展，基本制造是不够的，要向先进的装备转变。

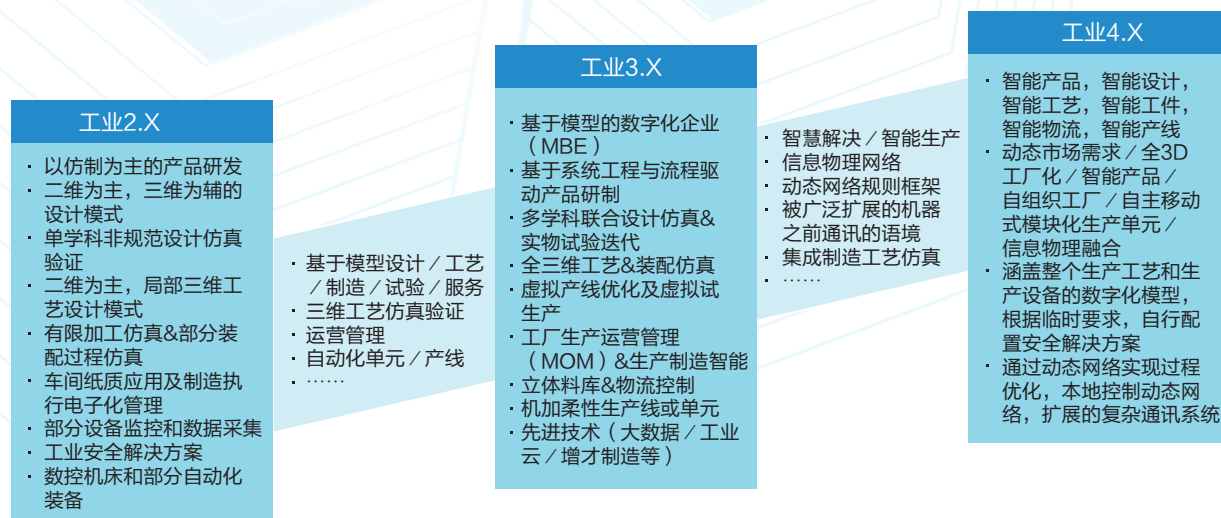
在《中国制造 2025》里，第一个解决的问题就是制度创新不强，十项任务中的第一项是提高国家创新能力，五大工程的第一个是要建设国

家制造业创新中心工程，在基本方针里也提到创新驱动。所以说，创新是《中国制造 2025》的一条主线。加强自主创新能力是实现由工业大国向工业强国转变的核心，是实现我国价值链低端向高端跃升，加快推动增长动力向创新驱动转变的重要举措。

当前我国经济面临深化改革、结构调整的大变革、大转型时期，传统的制造业面临发展过剩的问题，吸引外商投资严重下滑，推动经济增长的动力已经显的不足，在国际产业价值链分工中的低端环节地位以及发展不平衡等结构性问题进一步显现。因此，提出《中国制造 2025》，围绕两化发展，实现制造业升级，不仅关系到未来十年中国制造业在国际竞争格局中的战略地位，也关系到中国经济结构进一步优化，为经济发展释放更多增长潜力的战略成果。

《中国制造 2025》正是要顺应“互联网 +”的发展趋势，以信息化与工业化深度融合为主线

图表 5 《中国制造 2025》线路图



图表 6 《中国制造 2025》顶层设计



进行推进的。在此基础上，强化工业基础能力，提高工艺水平和产品质量，推进智能制造、绿色制造。而创新驱动指的是新的技术和新的商业模式的创造，目的是开创全新的领域，全新的机会。

（2）着力推行智能制造

推行智能制造是制造强国战略的重要一步，是《中国制造 2025》的主攻方向，需要各方协同、形成合力，要克服很多障碍、解决不少瓶颈，要持续不断创新，使推进智能制造成为制造企业的内在动力和需求，使智能制造有效提升我国制造业水平，使智能制造有力推进制造强国战略的实现。

如今，智能制造正在世界范围内兴起，它是

制造技术与信息技术融合发展的必然，是自动化和集成技术向纵深发展的结果。智能制造无疑为相关产业带来了新的发展机遇。为取得智能制造推进的实效，结合我国制造业实际，应将以下几点作为推进的着力点：

- 加强推进设计创新，产品设计创新是智能制造的核心和灵魂，是一切有竞争力的生产制造的前提。应加强国家设计创新的核心竞争力，从产品创新平台出发，为中小企业及个人提供服务。
- 从提高单机自动化水平入手，改善制造业各行各业的生产线自动化水平，逐步向自动化制造岛、数字化车间方向发展，进而实现智能化工厂，提高某一领域产业的效率和竞争力。

- 着力推进装备制造企业由设备制造商向系统集成商方向发展、向整体解决方案提供商发展，装备制造企业则应实现制造模式的创新，带动传统制造业升级。

- 着力发展控制系统、传感器、执行机构、工业机器人、数控机床、数字化热加工设备等智能制造装置，推进在制造业实现智能制造的过程中发展壮大智能制造装备产业。

- 构建有利于智能制造推进的环境，包括政策环境、配套环境、创业创新环境。

- 加强各类人员培训，着力建设技术带头队伍和技能人才培养队伍，深化改革教育体制、加强职业教育。同时，加强对转岗人员的培训，使他们能适应新技术革命带来的制造业变革，具备新的技能。

技术进步为智能制造提供坚实保障

1. 研发产品工具化带动研发流程转变

(1) 整合研发

基于互联网的设计已经不是单纯意义的点、线和面从无到有的过程，也不再是单点解决设计问题，串行的设计模式，而是设计、仿真、生产并行进行过程。因此，基于互联网的产品研发，更多地，体现为数据的产生和流动。也就是说，

所有的产品研发工具必须连通成一个符合企业产品研发流程的、适于产品数据流动产品研发系统地，由系统来驱动研发的流程。因此，制造业企业更需要一整套整合、完整的产品研发解决方案：从最初的设计灵感捕捉，到造型设计、工业设计三维建模产品，直到产品设计结束之后的产品验证、生产加工。

(2) 交互式研发

随着新生代工程技术人员成为产品研发领域的主力，这些在网络环境当中成长起来的工程师们已经将社交网络、移动应用当成生活当中不可或缺的沟通方式之一，为他们提供可以随时随地使用的社交型产品研发工具也是大势所趋。事实上，随着工业环境和商业氛围的改变，未来的产品研发必将更加强调设计的专业性——专业的人做专业的工作，因此设计团队化是必然的发展趋势，这就意味着未来的设计工作会由不同学科、不同专业、不同地域的设计团队在保持自己视角和专业技能的基础上，以项目为中心，多元化地、个性化地进行设计表达。通过互联网，设计师不仅可以与远在千里之外的合作伙伴实现互动，而且可以与无尽的网络世界实现互动。互联网，使得制造业企业的产品研发体系具有了交互的技术基础和实现可能。

（3）软件即服务 (SaaS)

说互联网对制造业产品研发体系最大的影响是“软件即服务”模式的落地并不为过。事实上，以 SaaS 方式提供产品和服务并不是一个新想法，但是真正有决心完全这样做的却并不多。尤其是在相对比较封闭和保守的制造业企业当中，无论是基于对安全性的考虑，还是处于对传统的尊重，软件即服务始终是个禁忌话题。

在互联网的时代，在云技术已经将技术问题扫荡干净的未来，在互联互通、以数据为核心的新的制造业模式下，软件即服务不仅是趋势，也是必然。基于云端 SaaS 的制造业企业产品研发系统，将在最大程度上改变产品研发模式进化的轨迹，利用网络、云带来的便利，用户获得软件功能更加及时，加之可以随时、不断地获得相关的升级、维护、客户关怀等，对技术进步的要求将得到最大程度的满足。

（4）研发设计的移动化

云计算不仅是互联网时代制造业的特色，也是基于互联网的制造业企业未来产品研发体系应该具有的显著标签。从产品创新角度讲，很多产品研发系统提供商，已经开始考虑将云

技术引入到产品研发工具当中，欧特克软件（中国）有限公司（以下简称为欧特克，即 Autodesk）作为先行者已经将这种想法变成了现实：能够提供用于查看、编辑和共享文件，用于智能手持终端的；用于管理文档、模型和数据的；用于构建三维点云的；用于产品生命周期管理的；用于对制造流程进行分析优化以及仿真分析的软件工具，几乎涵盖产品生命周期的各个环节。一系列部署在云端的软件应用平台替代了桌面端的一个个软件工具。

因此，通过应用基于云端的解决方案，设计师只需要链接到云端的公用服务器上的软件资源，即通过手持的移动设备，设计师和工程技术人员就可以对与产品相关的数据进行设计、协同、浏览、存储和分享。

这不仅解放了设计师对工具的应用方式，最大程度地修改了传统的设计流程，而且也从根本上，实现了“产品研发”原本的含义——设计是需要灵感的，而灵感的到来，从不是早九晚五。因此一定需要这样的工具，可以随时捕捉设计师不断跳跃和飞奔的思维。一个这样随手可得的设计工具，使得企业的产品研发效率和流程都不再存在工具上的滞阻。

2. 生产制造数字化加快制造流程变革

中国制造业企业要实现生产制造的智能化，要关注信息化系统所带来的虚拟的“数字化工厂”。多年前，莱德德国工程师协会对数字化工厂的定义是：由数字化模型、方法和工具构成的综合网络，包含仿真和 3D/ 虚拟现实可视化，通过连续的没有中断的数据管理集成在一起。

简单地说，数字化工厂就是通过数字化手段在解决“如何制造→工艺设计”这一关键环节的一个制造工艺信息平台，以使制造业企业能够对整个制造过程进行设计规划，模拟仿真和治理，并将制造信息及时地与相关部分、供应商共享，从而实现虚拟制造和并行工程，保障生产的顺利进行。

（1）数控加工仿真

在数字化工厂中，最能直接解决制造业生产加工难题，提高产品上市周期的，应该是数控加工仿真这样的功能。数控加工仿真是在 CAM 生成加工轨迹并经由后处理生成数控加工程序后、数控机床实行加工前进行的加工程序检验和优化过程，能够模拟试加工状态，检测可能存在的过

切、干涉、碰撞及其它加工错误，降低加工风险，节省试加工的成本。

（2）工序虚拟仿真

如果制造工序不能达到最高的生产效率，那么生产和销售更多的产品并不会带来更多的利润。以低效的制造工序进行产品生产，意味着制造企业要因为效率低下而投入更多的时间和资金。生产线虚拟仿真事实上是通过利用三维方式进行工厂布局设计，通过在虚拟的设计环境中进行材料流分析和事件驱动仿真，发现生产线设计的缺陷，对企业的生产资源进行足够的优化，使诸如零件的工艺路线信息和设备能力能够彼此匹配，从而提高生产加工的效率，最大限度地减少资本投资和提高生产效率。

案例

Valiant：借助模拟设计软件，制造先进航空设备，实现创意起飞

当前，在“智能制造”浪潮下，恐怕没有一个国家不被这次浪潮冲击。制造业企业唯一能做的，正是直面变革，积极创新。Valiant 这家成立于 1959 年、总部位于加拿大的为大中型企业提供先进机床、工装卡具等产品的装备制造型企业，正是这样的一个典型案例。借助三维数字化模型和模拟仿真来呈现想法和减少错误，是这个有着五十年历史的老公司的新尝试，也正是这次尝试让其取得了举世瞩目的成功，因此被波音、福特汽车，Caterpillar、Chrysler、GM 等公司评为各种名誉的“最佳供应商”。该公司向智能制造转型积累的宝贵经验非常值得我国制造业企业学习。Valiant 的例子证明，只有不断的尝试，用新的思维武装自身才能不在这个智能制造时代落伍。

机遇与挑战

Valiant 公司的创新设计核心为欧特克 Inventor 为核心的 3D CAD 和仿真软件，它让 Valiant 公司能快速评估一个新的观念是死胡同亦或是一个充满前景的新开始。Valiant 公司能够为波音研发一个开创性的货物装卸装置；将新颖的想法用动画三维模型呈现出来，以此让消费者印象深刻；通过在室内进行机械模拟来减少错误，压缩设计时间。

Valiant 公司依靠欧特克软件设计了一系列产品，如为汽车原始设备制造商（OEMs）生产的动力系统生产设备，还有为航空制造商生产的航天工具，装配和地面支援设备等。由于欧特克软件大量用于 Valiant 产品中，那么该软件自然地成为了必要的选择。但对于 Valiant 公司来说更重要的是其软件的易用性，让公司能够不断超越自我的创新底线。

转型之前，当波音公司让 Valiant 设计地面支援设备、用于新飞机组装的运输部分时，公司面临着巨大挑战。“波音需要一个便携式货物装入器，可以放在货盘上，而且能够由货船运输，”Valiant 公司研发部主管多米尼克·保利尔说道，“我们必须保证我们的设计不会超过固定货盘数，不会超过货盘的大小，而且要符合飞机荷载要求。”

数字样机助力模型展示

虽然 Valiant 公司必须用不同于欧特克软件的形式提交文件，但是公司仍决定用软件来研发货物装卸设备。公司的设计团队决定采用欧特克的设计软件，这会使 Valiant 有足够的优势去把模型转换成波音公司所使用的形式。

“我们用欧特克 Inventor 软件很快便开发了一个数字样机，”保利尔解释道，“我们的提案囊括了一个数码动画模型，这个模型有助于我方更好地向波音公司展示我方对整个系统已经经过深思熟虑。欧特克 Inventor 在协助我方赢得此项目的过程中起到了重大作用。”

更有竞争力的设计创新

为此，Valiant 公司还向欧特克模拟软件求助。欧特克模拟软件提供了一系列机械模拟工具。转型之后，“我们设计的重量比要求重量还要轻，”斯坦说道，“多亏了欧特克的 Inventor 和欧特克的模拟仿真软件之间的互通性，我们能够由递增变化，快速调整这个设计是否还能承受得住。总之，用欧特克模拟软件在室内进行分析有助于我们减少错误，降低设计时间。这样我们就不用等昂贵的第三方来测试我们的设计。”

Valiant 公司把保持其高水准创新水平的功劳归功于欧特克 inventor 和欧特克模拟仿真软件。事实上，Valiant 公司是首家制定计划把 114 英尺的装载设备分解成两个可操作的 50 英寸装载设备，这就提供了一个关键的竞争优势。

Valiant 公司首席运营官玛提·索尔兹如此总结欧特克的价值：“有了欧特克 Inventor，我们就更有竞争力。我们的工程师们就能够将他们百分之八十的脑力用于创新，剩下百分之二十来决定怎么画线。Inventor 软件给我们自由，让我们有时间和精力思考下一个伟大的观点。有了我们员工的额外才能，那就能创造出卓越不凡的可能性和潜力。”

3. 技术支柱带动制造业转型

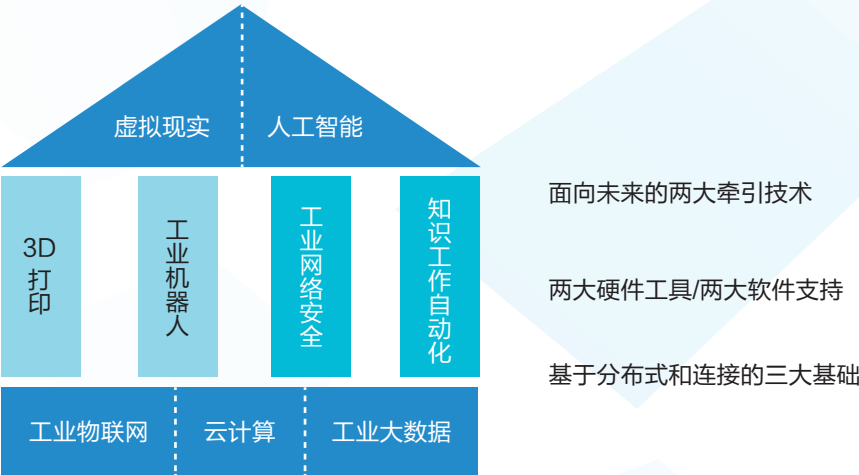
发展智能制造，除了研发和生产技术推动外，还有九大技术支柱作为支撑。其中虚拟现实和人工智能是面向未来的两大牵引技术；3D 打印和工业机器人是两大硬件工具；工业网络安全和知识工作自动化是两大软件支持；工业物联网，云计算和工业大数据是三大基础。

其中，作为未来技术发展的新锐力量，3D 打印与产品创新设计的联系最为紧密，区别于传统的机械加工方法的“减材制造”，锻造或铸造方法的“等材制造”，它是通过数字化增加材料的方式进行制造。作为一项智能制造技术，3D 打印集合光机电、计算机、数控、互联网以及新材料于一体，以数字模式文件为基础，运用粉末状金属、塑料等可粘合材料，通过逐层打印的方

式来构造物体的快速成型技术，在工业设计、建筑、汽车、航空航天和医疗等领域具有广阔的应用前景。这项技术已然成为当今制造业重要的组成部分，无论用于研究、原型制造还是打造独特及已停产的零件，3D 打印都是不可或缺的，这一点在汽车和航空航天工业中体现得尤为突出。3D 打印技术将会掀起智能制造的浪潮，这一说法并不夸张。毕竟，该技术确实能够从根本上改变供应链以及产品生产方式。对于即将步入新时代的制造业而言，3D 打印将变得至关重要。

横跨阿姆斯特丹运河上空的全球首座 3D 打印钢铁步行桥就是 3D 打印应用的一个典型案例。荷兰的阿姆斯特丹在欧洲被誉为“北方的威尼斯”，以其美丽的运河水道而闻名。如今，这座桥梁之城可能又要增加一个著名的景点了。3D 打印研发公司 MX3D 和建筑公司 Heijmans、Joris

图表 7 智能制造的九大技术支柱



Laarman Lab以及软件公司欧特克等公司合作，共同完成一个惊人的项目：3D 打印一个钢铁步行桥，这座桥将跨越阿姆斯特丹历史悠久的运河。这座桥可以展示 3D 打印是如何终于进入了大尺寸的功能对象和可持续材料的世界里，同时又实现了无与伦比的设计自由。”

四大用户新需求呼唤智能制造

随着我国制造业的不断发展，制造企业所面对的用户越来越多元化，随着这些用户业务的不断发展，其对于制造企业的需求也发生了很大的变化。

1. 定制化

在发达国家，以规模化为对象的量产制造业将生产基地转移至发展中国家，以定制化为重点多种类小批量制造业渐渐成为主流。未来发达国家制造业就像许多专家的共识那样，将在“大规模定制”的潮流下，根据多种多样的个性化需求来定制化。同时，消费者本身也将有能力将自己的需求付诸生产制造。也就是说，“大规模定制”随着以 3D 打印为代表的数字化和信息技术的普及带来的技术革新，对制造业的进入门槛将降至最低，不具备工厂与生产设备的个人也能很容易地参与到制造业之中。制造业进入门槛的降低，也意味着一些“局外”的企业或个人将参与到制造业，从而有可能对商业模式造成更大的变化。

美国波音、通用电气等企业采取的并行工程

强调并行地进行产品及其相关过程的协同设计开发，缩短产品开发周期。德国大众公司实施的模块化生产方式，把大规模制造的成本优势和满足消费者个性化需求的定制化结合起来，实现了大规模定制化生产，在满足消费者更加个性化需求的同时，大大加快了对需求的响应时间。

2. 沉浸式客户体验

自 2015 年始，“沉浸式”一词被炒得火热。一时间，游戏、电视、视频会议等等都在强调“沉浸式”。那么，什么是沉浸式？沉浸就是让人专注在当前的目标情境下感到愉悦和满足，而忘记真实世界的情境。沉浸式体验往往即包括人的感官体验，又包括人的认知体验。适用于产品设计中娱乐、活动、教学展览等等需要长时间吸引人注意力的活动。

在销售周期中，企业从传统销售模式转变为培养客户体验，使客户能够通过在线访问配置技术和获得浸入式体验，尽早与企业进行互动，深入了解产品优势，从而能够在做出财务承诺之前有效体验产品，降低客户购买决策的风险。沉浸式虚拟现实（immersive VR）提供参与者完全沉浸的体验，使用户有一种置身于虚拟世界之中的感觉。

在互联网时代，汽车的网上定制化配置及销售已经成为全球各大汽车厂商都非常关注的营销方式，而且随着数字化技术和互联网技术的发展，互联网现实定制化购车的形式正日渐成熟，形式日渐丰富和多样化，例如德国大众集团的斯柯达

品牌，就联合了欧特克合作开发了其基于网页的在线产品定制化配置系统，通过欧特克的 VRED Server 解决方案的帮助，客户可以在线选定车型，360 度地观看实车效果，并随时更改配置，而网页上也会即刻变换样式，实时地将变换后的结果真实优美的呈现在客户面前，基于真实数据的视觉效果使得这一定制化过程真实可信，整个选配过程便捷而高效，这是在传统的 4S 店购车所无法比拟的。

为了满足客户的需求，很多产品和方案提供商在产品研发过程中就非常重视采用沉浸式的客户体验，欧特克 (Autodesk) Fusion 360 的研发过程就是这样。Fusion 360 是欧特克面向云端的协同设计制造平台，它不仅在功能上有着极大的创新，在开发流程上也大胆地引入先行者的理念，让所有热爱这款产品的人士参与到产品研发流程中，给予积极地评价和要求，做到积极响应市场需求，同时也建立了社区设计共享平台并开放了 API 接口，所有这一切都表明了欧特克做为老牌的设计公司与时俱进，以开放的技术和平台表明与整个生态圈共赢的态度和决心。同时，为共同推进数字与实体创作的未来发展，欧特克 2015 年正式宣布与微软合作，将其 3D 打印平台嵌入 Windows 10 操作系统，从而使其 3D 建模软件与微软 HoloLens 全息眼镜实现协同操作。

3. 产品即服务 (PaaS)

对于商业模式来说，从提供实体产品到提供服务，是一种演进趋势，更是一种模式创新。用

户希望用“产品即服务”的形式来接受服务。这方面，劳斯莱斯 (Rolls Royce) 是一个典型案例，该公司已在为客户提供“按飞行小时包修”(power by the hour) 服务或飞行里程积分，而不是燃气涡轮发动机。这种情况下，他们的客户将为固定的飞行小时数而不是实物产品付费。在为客户提供传统的维修服务之外，还整合了增值服务，以保障航空公司服役飞机良好的使用状态。

4. 建立公共服务平台

“大众创业，万众创新”是近来很火的一个话题，也是未来的一大发展趋势。众筹平台本质上是为中小企业等小众服务的，通过网络平台，直接接触资本，技术，人才。在这方面，当前在全球范围已经出现了越来越多的成功案例，例如 SolePower。该公司本身就是一个创客成长的传奇故事。

在肯尼亚这样的发展中国家能源普遍匮乏，往往人们日常生活中的基本能源要求都无法满足。源自美国 Pittsburgh 的 SolePower 公司的一个创意——“太阳能鞋垫—收集走路时产生的能量”，利用行走产生能源，借助装在鞋里的鞋垫把走路产生的能源有效地收集起来，可以用于晚上的照明和手机使用。比如，仅仅走一个小时的电量可以供手机 2.5 小时的通话时间。这一概念在众筹网站上得到了强大的资金支持，并且利用 Autodesk Fusion360 研发完成，该项目被大众科学杂志提名为 2014 年度创新项目，到 2014 年底，已收到 \$600,000 的订单。

第三章

中国制造向智能制造转变的实现路径

中国制造业向智能制造转变的四大原则

1. 立足国情，分步施策

我国制造业企业的发展水平参差不齐，发展层次各异。因此，我国制造业推行智能制造不可能是一蹴而就的，必须结合我国具体国情和实际。比如德国“工业 4.0”强调的是无人工厂，这在劳动密集大国中国是走不通的。不同国家注定应走最适合自身发展状况的智能制造之路。因为不仅各国国情有较大差异，各国制造业的发展状况也不一致，在走向智能制造的过程中，必然有不同的路径和做法。

我国制造业推进智能制造必须采取并行战略，即“工业 2.0”补课、“工业 3.0”普及、“工业 4.0”示范三者并进，以推动我国制造业两化深度融合，逐渐从整体上向“工业 4.0”逼近。最终实现从传统手工到数字化，网络化直至智能化的完美进阶。

智能制造是制造业的发展方向，因此，还必须瞄准这一方向，采取有效步骤和措施，不失时机地将我国制造业推向智能制造。“中国制造

2025”充分认识到信息通信技术对制造业发展的深刻影响，清醒地看到全球制造业发展的走向，将智能制造作为迈向制造强国的战略选择。

我国制造企业数量巨大，不同规模、不同行业 and 不同地区的企业发展水平差异较大，整体水平与欧美发达国家相比还存在较大差距，实现智能制造不可能一蹴而就。因此，我们要立足国情，首先要重视制定参考体系结构、术语定义和数据元素等智能制造基础通用性标准；同时要优先制定数据接口和通信协议等产业亟需标准；此外，要将分类施策思想贯彻到标准化工作中，通过标准加强分级、分类指导，引导不同行业、不同规模的企业基于各自发展阶段持续提升智能制造水平。

2. 契合自身，循序渐进

同时，在微观上，制造企业也需要选择适合自己行业特征、企业状况的发展路径，不能一刀切。例如，根据当前制造企业的发展水平，我们可以将制造企业分成四大类，第一类传统手工阶段；第二类数字化阶段；第三类网络化阶段，第四类智能化阶段。

当前国内有些企业还处于传统的手工生产阶段，这一阶段的企业不可能直接跨越式地实现智能制造，至少先要实现数字化，才能考虑网络化，最终实现智能制造。

另外，不同类型的企业，实现智能制造的路径也不相同。例如有的企业属于偏重于制造的“纺锤型”企业，研发和销售环节力量薄弱，因此实现智能制造就必须侧重于生产制造环节；有的企业属于偏重于研发和销售的“哑铃型”企业，实现智能制造则要侧重于研发和销售环节的智能化。

3. 各要素协同发展

（1）企业管理层应勇于创新

当下，部分企业管理层的管理理念依然陈旧，未认清 CAD/CAE/CAM 等工业软件对提升智能制造能力和研发流程效率的价值，还停留在画图工具的认知上。此外，对创新项目的特点仍有认识误区，其中一些企业，例如一些国营以及低端的民营制造型企业的领导层，因追逐短期效益而不愿意贸然尝试创新。因为通常创新项目的特点是周期长、有风险、投资大，在短期内看不到效益，并有失败的可能。

（2）人才培养不能与企业需求脱节

转型需要观念、人才、技术与流程的配合，

在四个要素中，人才是很主要的因素。人才的获得和供应，决定着技术的获得与供应，以及流程的整合和运行，可以说人才决定着转型的成败。首先在人才使用战略上，需要创新观念，提高人才素质，优化人力资源结构，实行“高待遇、高素质、高绩效”的三高人力资源管理。人才是能力的载体，员工个体的能力构成了企业整体的能力，因此企业转型的过程就是能力建设的过程和能力发展的过程。

公司要根据战略方向以及业务发展需要，建立公司的人才培训机制、激励机制、接班人计划，使员工们掌握企业发展所需的新知识，并针对员工制定个人发展计划，使他们的能力能够按计划不断的提升，保证公司在需要的时候有适合的人才供给。

（3）必须提升产品生产效率

制造业企业真正创造价值的环节是产品的生产阶段，但实际情况却普遍存在增值环节时间比例过低。生产效率的提升已经成为制造业企业当前最为核心的竞争要素，定量化企业诊断与效率改善法从平衡企业资源出发，成为一种行之有效的短周期、低成本、高效益且可重复的企业生产管理工具。

要想解决当前制造企业产品生产成本高，缺乏竞争力，工具落后，效率低下的问题，根本还在于直面技术上的挑战，效率改善的关键在于实

现管理与技术的有效融合，最终实现企业的可持续发展。

（4）建立标准化流程与相应的组织架构

对于智能制造而言，标准不可或缺。标准化体系建设是传统企业实现智能制造的根基，能够起到事半功倍的作用。制造企业可以通过试点示范，建立制造企业智能制造标准化体系，搭建智能制造体系和公共服务平台。

目前，智能制造的快速发展使制造业标准规范不一致的问题更加明显。制造业领域缺乏行业性的智能制造标准规范，企业在跨系统、跨平台集成应用时面临复杂的技术难题，有的甚至需要推倒重来。例如，企业内部一些信息系统因缺失统一标准导致集成困难。因此政府应当牵头组织行业联盟、行业协会、研究机构和企业共同协商建立统一的行业标准，为智能制造的建设奠定稳固的根基，促进传统制造企业走向智能制造。

除了观念、人才和技术，还有很重要的一点便是建立标准化的流程和相应的组织架构，建立创新驱动机制，突出企业技术创新的主体地位，加快建设产学研用结合的“智能制造”创新体系；培育创新载体，支持“智能制造”领域技术中心、研究中心、工程实验室、工程中心、重点实验室、工业设计中心等平台建设；扶持“智能制造”技术创新公共服务平台，突破一批关键共性技术；加快科技成果转化，推动具有实用价值的创新成

果进行产业化应用和推广；落实企业研究开发费用加计扣除政策，同时加大研发投入。

4. 强调思维创新

思维作为新的生产方式，思维的改变将助力制造企业平稳转型到智能制造。企业需要具备三大思维，包括跨界思维，创新思维 and 用户思维，其中用户思维是最重要的，因为一切都是为用户服务，以用户为中心的。

（1）跨界思维

跨界并非新概念，在互联网革命影响下的经济时代，制造业龙头企业竞相寻求“跨界发展”，通过不同基因重组产生新的物种、新的商业模式。那么制造业该如何通过跨界实现智能制造？对内而言，传统的部门式组织结构需要跨界，企业可以建立项目责任制，以产品流为中心形成价值流项目小组，让小组功能大于部门管理功能。也可以在职能上实现跨界：以产品价值流的实现为岗定义出具有价值的岗位职责，然后在项目制基础上跨界，如：一人多岗，一人多职等。这也是我们常说的“分工明确，团队合作”。要知道，制造企业的跨界颠覆，本质是高效率整合低效率，包括结构效率和运营效率，具体还可以通过学科融合，产业链延展实现。

欧特克就是个典型的例子，它在机械、建筑、

动漫领域，拥有超过 1200 万名使用者，在线社区用户数已达 1 亿 5 千万。欧特克因为客户众多，需求各异，它把大家在设计创新过程中对设计工具的需求开发成新功能，做到新的版本中。而且，欧特克把其他领域客户习以为常的功能需求做到相应的软件工具中，用于制造业领域的生产线布局。比如：欧特克把建筑领域的厂房布局、施工中干涉检查用于制造业领域生产线布局的干涉检查；将动漫领域的虚拟现实（VR）和动画功能用于产品可视化展示；把制造业的仿真功能应用于建筑业等等。这就实现了学科上的互通，自发的让各个领域的技术相互融合在一起。这样在融合的过程中就会发现在自己领域是个非常难的问题，在别的学科领域解决起来却易如反掌。

（2）创新思维

智能制造企业的核心思维之一是创新思维，创新思维是开放的。社会的创新思维直接影响企业的创新思维。创新不仅需要依靠企业内部的广大知识型员工，也需要依靠各种社会资源。目前，我国科技工作者的创新才能大部分没有得到发挥，其主要原因之一是创新成果的评价机制存在问题，对创新思维的认识尚未明晰，而智慧的创新思维可以形成一种全新的创新模式，

这样的创新思维对于制造型企业尤其重要，要实现智能制造的转型升级，要将中国制造从大

做强，必须首先从思维方式上进行改造。通过大力推进万众创新，提升我国制造业的国际竞争力，实现从制造大国向制造强国的转变。创新思维的具体内涵包括大众化、协同化、持续化、常态化、透明化、智能化。

（3）用户思维

用户思维，指的是一切以用户为中心的一种互联网思维方式。对于制造业来说，用户思维的具体阐释上应包含两方面的内容，第一，探求用户的需求，做好用户体验；第二，以亲民实惠的价格提供最便民的服务，即高端技术平民化，最终实现让用户帮助制造型企业转型升级。当今，互联网思维重构了制造业的商业模式、产品模式、营销模式、服务模式等，驱动管理模式、研发模式、运作模式升级，带来各类企业的观念、组织和流程的变革。

制造型企业需要将原来的运营体系进行战略调整，一方面充分获悉用户数据信息，让用户全流程参与到企业的研发、生产和营销过程中来；另一方面推倒企业内外的“围墙”，在用户需求指导下聚合全球优质资源不断进行产品的迭代升级。智能制造正是互联网经济对制造模式的一种全新选择，它们背后体现的是整个产业从制造思维向用户思维的转变。

综上，当前企业实现智能制造转型需要观念、

人才、技术与流程这四大要素的配合。具体来说，制造企业需从转变陈旧观念，积极吸纳人才，做好技术革新，标准流程入手，在企业自身层面积极进行业务流程梳理再造，同时做好配套的组织架构和专业培训等一系列工作：同时督促政府层面建立相应标准，指标体系，政策宣贯和示范工程。这四大要素中观念是最重要的，人才则是最柔性的企业能力。这是一个需要从不同层面不同角度综合进行整治的工程。

中国制造业向智能制造转变的五大路径

要实现智能制造的途径有很多，方法论不一而足。但最受制造企业关注且未来前景最广阔的还要数以下这五条，从个性化设计，到集成化发展，规范化产品研发，以及通过数据管理，云的应用有效推进制造业成功转型。

1. 个性化设计

批量个性化时代正在到来，而差异化设计的生产能力彰显企业硬实力。当今，创意设计不只是专业人士的特权，从以前专业的设计部门到现在的私人定制，越来越多的人愿意参与到设计流程中来传播自己的设计理念和个性。整个制造设

计领域呈现团队化、多元化、随时随地、年轻化。

任何人一谈到个性化都会想到汽车，汽车的个性化体现在哪里呢？并不是指对车的改装。以宝马奔驰为例，个性化是在原车的基础上增加一些配件，增加一些运动的配件等等，增加一些套装，这些都是解决人们个性化的要求，或者不同分类用户的要求。但是它的基础是这些产品的标准化程度非常高。

另一方面，随着数字化制造，验证仿真、3D打印等技术的发展，借助社会化平台，逐渐实现的柔性制造让个人“智”造成为可能。3D打印在工业上的应用将真正改变“游戏规则”，这就如同福特革新了奥兹的装配线一样，这项技术也将在生产领域掀起新的变革。

案例

Local Motors：社会化创新个性化定制的典范

很多企业特别是中小企业利用先进的理念，进行应用和模式创新，最终实现智能制造，例如美国的 Local Motors 3D 打印汽车。

Local Motors: 提供私人订制的打印汽车公司

位于亚利桑那州的 Local Motors 是美国一家颇具特色的汽车生产商，它秉承开源造车的理念，接受顾客的个性化定制。

微型工厂的宏大愿景

Local Motors 的创始人兼首席执行官约翰·罗杰斯本身是一位开源汽车的忠实拥护者，他发动所有人，只要对汽车设计有兴趣，皆可以在 Local Motors 网络社区上提交自己的设计，并和网友们一起修改、完善，然后采购零件、完成组装。

它没有宏大的研发中心，没有庞大的组装车间，也没有强大营销团队，连 CEO 在内只

有 10 名正式员工，组装车间就叫“微型工厂”（Micro-Factory）。与巨头们相比，Local Motors 实在微不足道，但其企业愿景却很宏大：“引领下一代汽车的设计与制造，以颠覆性的产品、前所未有的服务彻底变革整个行业。”

Local Motors 的汽车从创意、设计、生产制造、销售、服务整个产品生命周期中涉及五个关键词：“社区”（社区成员共同设计）、“开源”（所有数据共享）、“本地化”（完全在本地生产、销售、服务）、“可持续”（确保汽车生产更环保，确保驾驶安全）和“追求卓越”（保证按时交付，从设计到服务都超乎顾客预期）。

图片来源：网络





Local Motors 拥有全球最大的汽车设计交流社区，超过 35000 名狂热的汽车爱好者是该网站的忠实粉丝。他们借助能够共享创意的社区网站，每个人提交独特的设计方案，在网站经常开展的竞赛或者招标项目中经过网络公开投票，最终确定获胜方案。随即在网站上公布此方案的源代码，所有人可以提供完善定型和工艺流程的方案，最终在 Local Motors 的微型工厂完成零件采购和整车装配。

“用户参与”创造汽车生产新模式

这个结合全球互联协作、开源设计、本地生产为一体的新时代汽车公司，颠覆了传统的车型生产流程，创造了用户参与创意、设计、生产汽车的崭新模式。

不仅如此，他们引进 3D 打印技术应用在汽车制造中，改变了传统的汽车冲压生产线的制造方式。Local Motors 公司与欧特克合作，利用欧特克的 3D 打印 Spark 开源平台开发制造 3D 打印汽车。

在 2014 年 9 月，Local Motors 在芝加哥 2014 年国际制造技术展览会（IMTS）现场，就直接将设计比赛的冠军车型作品 Strati 打印了出来。Strati 创造了历史——在无数闪光灯的照射下，驶出了在芝加哥举办的国际制造技术展览会（IMTS）的现场。（Strati，是由意大利汽车设计师 Michele Anzani 设计的一款概念车。Strati 是使用一台

BAAM（大幅面增材制造）设备打印出来的，该设备类似熔融沉积成型（FDM）3D 打印机的增强版，具有 6.5×13 英尺打印床，同时带有激光切割功能。Spark 平台将衔接汽车数字化设计信息到 3D 打印机之间的部分，以优化 3D 打印的操作过程，并使其更加简单、可视化。）

“3D 打印机”将数字模型转为实际零件

他们利用先进的制造工具和软件，加快制造业的创新步伐，以更快的速度将数字模型转换为实际的物理零件。据 Local Motors 公司介绍，这款电动车的黑色车身和底盘是完全通过 3D 打印机制作完成，材料为碳纤维增强型塑料。如 3D 打印平台可以将一辆汽车的物料清单（BOM）从 25,000 个零部件减少到不足 50 个。3D 打印按需制造的性质意味着厂商可以随时改变他们某些方面的设计，甚至来个改头换面，都不会在工装和时间上增加更多的成本或费用，满足个性化定制需求。

但是，该电动车的电动机、座椅、轮胎和挡风玻璃仍将采用传统方法制造完成。这款 3D 打印的电动车 Strati 车身、底盘、车轮和制动系统加在一起只有 450 磅重，全身共有 47 个零件。据约翰·罗杰斯透露 Strati 电动车最高时速为 65 公里，车内的电池容量将允许该车行驶 190 公里到 240 公里左右的路程。

“3D 打印机只需要花费少于 40 个小时的时间就能打印出汽车底盘和车身，之后，工作人员将会用 4 天的时间来进行组装。在未来的数月内，我们将会继续致力于缩短 3D 打印车身的耗时，争取做到少于 20 个小时。我们确信在未来完成整辆车的打印和安装的时间将少于一个小时。”约翰·罗杰斯表示，“我们的目标是用完全不同的方法制作出一辆拥有少于 20 个零件的汽车，这与现代的汽车十分不同，它们通常有 2 万个零件。

2. 集成化发展

集成不是一个新的概念，10 年前，有的制造企业讲信息化的时候都会讲到集成，讲到纵向集成、横向集成和端到端的集成。它是可连接的，致力于实现流程化一体化的，需要公司高层重视。德国“工业 4.0”也强调三个集成：纵向集成，指的是研发、设计、生产、制造、运营、管理、服务等所有环节的集成；横向集成，指的是一级供应商、二级供应商、以及销售商信息的无缝对接；所谓端到端集成，则是产品全生命周期维度的概念。

哈尔滨电气集团公司（简称哈电集团）是由国家“一五”期间前苏联援建的 156 项重点建设项目的 6 项沿革发展而来，是为适应成套开发、成套设计、成套制造和成套服务的市场发展要求，最早组建而成的我国最大的发电设备、舰船动力装置、电力驱动设备研究制造基地和成套设备出口基地，是 53 个关系国家安全和国民经济命脉的国有重要骨干企业之一。

符合大多数中国制造业企业应用信息化系统的发展规律，哈电集团的信息化第一步也是从简单的编程计算开始，然后进行甩图板；到了第二阶段，就是软件功能的模块阶段，这一阶段的 CAD、CAE、CAPP 和 CAM 等都还是只是独立的功能软件。

随后再加上 PDM、PLM。发展到集成化的第三阶段，则开始实现各功能模块的集成。

事实上，哈电集团选择了与设计工具同属同一个系统提供商的 PDM/PLM 解决方案，因此很快就实现了全流程的高度集成：涵盖数字化概念设计、数字化工程设计、数字化可视化、数字化仿真分析、数字化文档和数字化工厂的方方面面。从而以产品数据为核心，实现从概念到投产的全程紧密协同，来进一步提高生产率、预测产品性能，创造出更佳流程效率，缩短产品推向市场的周期，真正做到数字化整合驱动创新的经验。

3. 规范化产品研发

随着纵向集成和横向集成的不断深入，企业数据的及时性、完整性、准确性不断提高，必然使管理更加精确、更加高效、更加科学规范。这是管理领域的革命。要实现中国的“工业 4.0”不是一蹴而就的，要做好规划布局、过程创新和规范化管理。

英国《经济学人》杂志印刷版在 2014 年初刊登过一篇题为《数字化程度低导致企业效率差》(Unplugged and unproductive)的文章，文中称，虽然中国的互联网市场表面十分繁荣，但中国企业的数字化程度仍然偏低，制约了生产效率的提升。

在产品数字化的前提下，云技术、大数据、移动应用等带有明显互联网印记的新技术，新的零部件不断被“创造”出来，新的数据和信息不断涌现，如果缺乏一个有效的管理、筛选、利用和再利用的闭环系统，那么产品研发能力对于企业来讲或许意味着一场灾难。从产品的角度讲，只有完全的数字化，才能将整个产品相关的数据，完整地投入到产业链的信息系统当中，从而发挥其作用。对企业来讲，也只有将各个业务部门充分数据化，才能用利用更加先进、高效的互联网技术，达成整个业务链条、产业链条的完美融合。

德国工程师协会的研究指出，如果一个企业没有很好的产品标准化基础，又缺乏信息系统的有效支持，当设计部门中设计人员数量超过4人时，就可能导致零件数量的无限制增长。而每增加一个新零件的年平均费用可达250 ~ 500欧元，其中包括了设计、工艺、工装、加工、装配、维护和仓储等成本。一个典型机械工厂的设计部门，利用“先进”的CAD系统，每年可以产生上千种甚至数千种“新”的零件图，如果能将其减少10% ~ 15%，则降低的成本是相当可观的。

显然，规范的研发业务流程管理体系，是有效管理、控制产品研发能力，并将其发挥到快速、高质，先进的最优状态的根本保证。

4. 实现数据化

当传感器无处不在，智能设备无处不在，智能终端无处不在，连接无处不在的时候，其必然的结果就是数据无处不在。

企业要完成从传统制造向智能制造的转型，第一前提是要投资一些硬件设备，比如传感器、机器人、宽带、云数据中心能力。不过，智能制造转型绝非仅仅是购买一套软件，改造一套生产装置，增加多少机器人就能完成的。这是一场全流程、端到端的变革，因此绝不可能一蹴而就。

企业更需要建立制造业自己的工业大数据体系，这个大数据体系不仅需要囊括来自客户、市场和智能产品的外部反馈信息，也需要汇总内部的数据信息，这包括设备状态、物流、生产过程、能耗等数据。

对于一件工业产品来讲，完整的产品描述由CAD模型、工程图、BOM清单、仿真和分析模型、技术文件、工艺文件、NC程序代码、检验计划、安装说明、规格说明书和质量管理资料等诸多数据组成。制造企业产品设计一般分为全新产品设计和定型产品的重大改进或配置设计。过去，企业设计人员光是数据的整理就可能花去几周甚至1个月的时间，还没有开始真正的产品设计，仅仅是为设计做准备工作而已，等到设计人员真正

开始设计，却要花费 70% 以上的时间用于通知、协调和统计等不创造产品价值的工作，这就不可避免的造成了效率低和浪费人工等问题。

因此，如何有效利用产品的数据已经成为影响制造业企业最重要的核心业务之一，也是中国制造业企业实现全面升级转型的关键，是最切实有效和简便易行的提升途径。制造企业应重视数据积累和重用，保证正确的数据源，满足标准规范性的要求。一个企业是否能够真正实现全面升级转型，在于其多大程度上掌握更多的市场主动权。而落实到针对企业管理的层面，则表现为是否能够产生并管理核心的数据信息。

5. 中小企业借助云进行智能转型

对中小企业来说，云的应用能在实现云设计，云创造和云协同的同时使部署轻量化，从而实现轻资产和低成本。通过借助云端，不同于桌面端，可以打破地域划分的限制；此外还包括云计算、移动应用带来的高性能计算和大容量存储（any time any where）。

两 年 前，理 查 德·布 拉 切（Richard Blatcher，时任欧特克制造业 PLM/PDM 全球行业高级经理）在一篇署名文章中谈到，基于云技术的协作工具（PLM360）使数据集中，确保安全、便捷地访问相关数据，显著降低了错误发生的可能。

云技术可以让数十名工程师参与同一场电话会议，利用相同模型进行实时协作、组装模型、分享反馈以及重复迭代，这些对于开发更好的产品都至关重要。他还提到了一个案例，MariCorp（玛丽集团）这家来自美国的小型制造业企业，近年来客户规模持续增长，他们来自全国各地的住宅、商业和装备码头行业。为更好地管理收到的报价以及与每位参与的员工分享项目信息，该公司转向利用云产品生命周期管理（PLM360）系统。利用云技术，该公司实现了信息集中，并能够与供应商分享图纸和透视图。现在，该公司完成设计方案的速度加快了 40%，设计时间从五天缩短至三天。

很显然，部署的轻量化使得制造业企业特别是中小企业对于数据的管理更加得心应手，而对于中国海量的中小企业来讲，部署的轻量化低成本是转型升级的路径之一。

第四章 产品创新平台—— 企业实现智能制造的必备利器

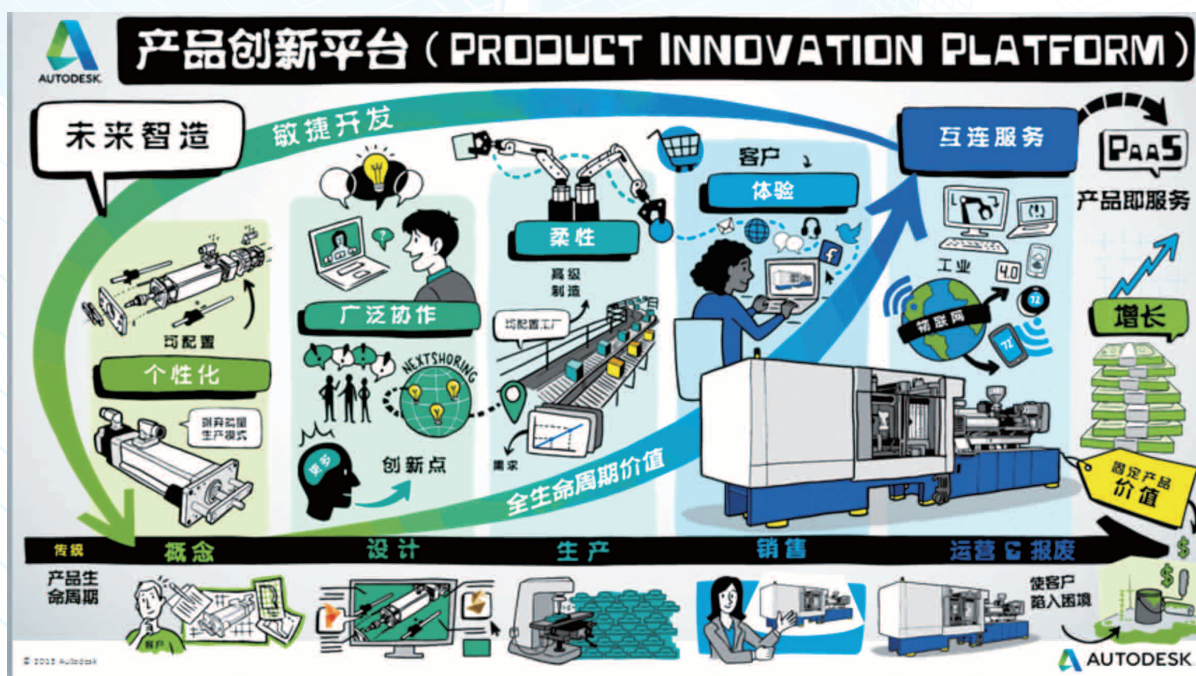
综合前三章所述，中国制造业转型升级已经成为必然趋势，中国制造业企业向智能制造发展也已经箭在弦上。除去政策助力和模式创新，技术方面的进步为智能制造的实现做出了重要保障，其中九大技术支柱正是面向未来的智能制造的重要支撑，而产品创新平台正是这些技术集成和落地的重要平台。

什么是产品创新平台

产品创新平台旨在帮助客户从传统的瀑布产品开发流程过渡到一个包括设计、生产和运营的、完全灵活的产品开发流程。包括三个方面：

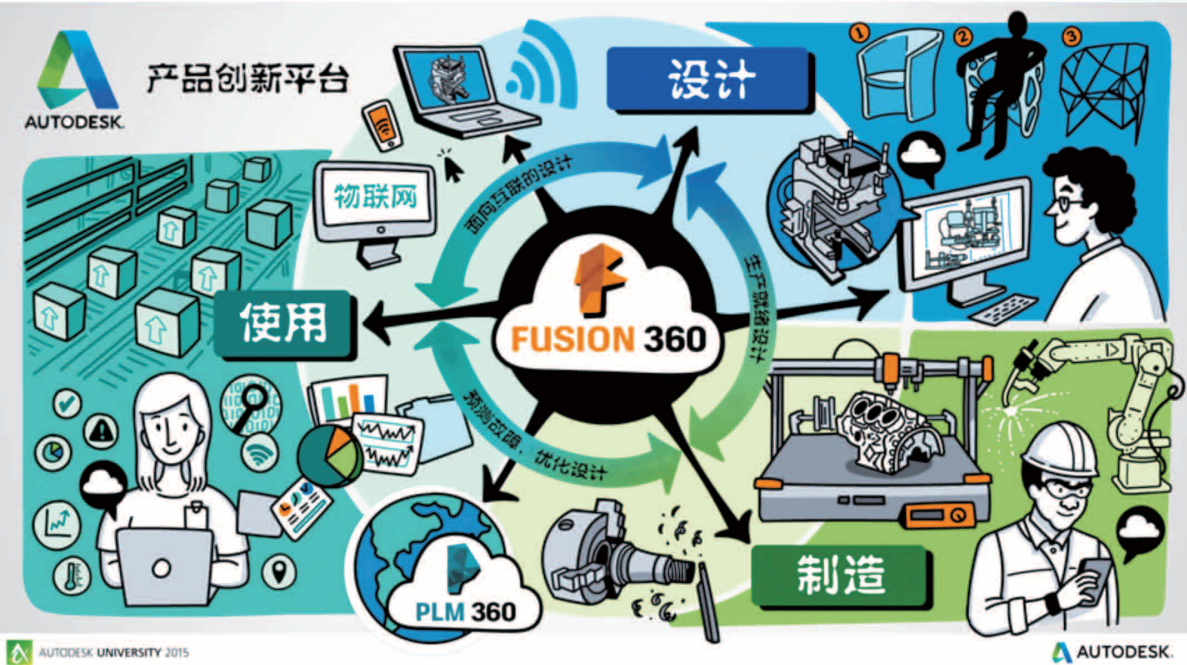
在设计方面，涉及造型、机械工程、电气工程和电子设计。正如在上世纪 90 年代对参数化做的那

图表 8 产品创新平台基础上的智能制造



图片来源：欧特克

图表 9 产品创新平台的三大环节



图片来源：欧特克

样，现在可以采用衍生式设计，重新定义设计。衍生式设计类似于 PCB 市场中引入的革命综论，将从根本上改变组织颠覆和超越竞争的能力，使传统设计技术黯然失色。

在制造方面，产品开发流程包括先进的制造：从三维增材打印支持到铣削 / 车削，一直发展到包括复合材料和机器人。

在使用方面，引入了物联网技术，这将是设计历史上将制造产品的现场运营与新一代机器设计连接在一起，从而使制造企业具备真正敏捷的产品开发流程。这项技术也将为工业设备供应商打开大门，

让他们获得更多的收入来源(例如，“预防性维护”)，并最终让产品成为一种服务业务模式。

在产品创新平台上产品数字化模型包含了制造、运营和维护等产品必要的信息数据，也包括了产品生命周期的数字化历史—即从它的概念设计之初，工程设计、制造规划、生产加工、支持服务，直到产品报废的整个时期，为企业纵向集成提供了有力的支持。

清晰的产品数字化模型可以允许在整个横向价值链中，有效传达、捕捉并管理产品开发流程中的决定，包括实时协作工具（例如在在线设计评议期

间)或非同步协作(例如围绕相关要求、版本控制、分析结果、审批、和工程变更指令的合作。数字物理的融合帮助客户不仅能够从环境中获取数据,进行数据融合,提取有效信息,并且根据系统规则通过效应器作用于产品开发过程。

产品创新平台对于企业实现智能制造的意义

1. 帮助企业更明智、更快速地做出决策

更明智、更快速地做出决策,其中的关键在于人员、信息和工具。基于云的协作工具可以为参与

制定或影响决策的所有人创建数据访问桥梁。这些人不仅仅包括工程师和设计师,还包括客户、营销人员、销售人员、供应商和支持人员等。这些人员需要访问所有各种信息,其中包括:结构化信息(如CAD模式或BOM)和非结构化信息(如草图、照片、注释、文本文档、电子表格等)。

另一方面,更明智的决策还取决于软件工具。产品创新平台能够为普通工程师和设计师提供访问模拟、优化、生成的设计以及基于云的设计研究数据,这对于生产优质产品至关重要。软件能够做出人类所无法做出的决策,机械工程师和设计师将来均必须学会利用这些工具。

图表 10 产品创新平台的商业价值



图片来源: 欧特克

2. 实现数字与物理的融合

产品越来越智能。成本低、可编程的控件和传感器的涌现，意味着几乎所有物理产品现在均已整合电子、传感器、控件、软件、人机界面元素以及其他系统（如液压、气动、电动马达）。此外，产品与外界（即物联网或 IoT）通信的新出现的功能，打开了体验新产品的潜在机会，并开启了基于现场产品使用收集数据的新业务模式。但是，这类系统的设计如今仍属于孤立流程，它与其他领域之间缺乏有效集成，且无法有效查看最终产品的行为。

其他数字物理的融合还包括三维打印机，它可打印包括电子线路在内的整个部件，仅需在必要时添加芯片即可，允许用户利用虚拟世界增强实景，

融合物理和虚拟世界的模拟；以及和人类员工并肩工作的机器人。

3. 充分利用云、移动、社交以及 SaaS

云和移动平台是面向当今和未来的平台。此外，云和移动平台是一种更灵活的购买和访问软件工具的新方式。此外，云应用程序所在的基础设施，也允许合作伙伴和客户使用组件技术作为其自有解决方案的一部分。例如大型模型查看器便是一种 SaaS 应用程序，可在 iOS、Android、PC 以及 Mac 上运行，并且可以整合为企业自己的 Web 基础设施的一部分。

案例

BAC (Briggs Automotive Company) : 产品创新平台将成为制造企业创新的源泉

英国 Briggs 兄弟俩从小就有造车梦，他俩开办了小型汽车公司 BAC。他们最近采用了欧特克新的软件工具手段，并且请欧特克参与了他们的设计与开发阶段，他们的目标是保持 BAC 在赛车领域的风口浪尖上。从世界知名的高性能跑车 MONO 车型的改进，到运动新型车的设计开发，在每个开发阶段都加速产品开发速度、提升设计效率。

欧特克提供的产品创新平台成为 BAC 的创新源泉。他们用了 12 人花了 24 个月打造出了平民化的高性能跑车 MONO。MONO 单座跑车，没有音响，没有空调，甚至没有车门，只有锋芒的速度，惊人的 G 值，无与伦比的驾驶乐趣。他们采用了欧特克的三维设计开发系列工具 (Product Design Suites)，从汽车造型、机械和电气结构、到三维装配动画说明；从力学到注塑模具和复合材料仿真分析的力求轻量化、高品质。再通过 PLM360 的管理，提供了有效的协同沟通工具，连同详细的物料清单最大化地控制每部车的零部件、成本和利润。同时 PLM360 还帮助 BAC 有效地管理产品交付时间，避免交货期限的棘手问题。

除了加速设计开发流程之外，BAC 还采用了欧特克的 Vred 虚拟可视化解决方案，把当前已经上市的产品营销体验和正在开发过程中的新产品评审通过虚拟可视化的方式呈现出来。新车型的配置利用虚拟可视化的强大渲染能力，给客户一个逼真的集美学和驱动感的体验。对于已经上市的车型，客户用平板电脑就可以通过高清画面，让客户按照自己的偏好，私人定制颜色、抛光、内饰、方向盘和刹车等。戴上定制的头盔，让客户仿佛是一名赛车手置身于赛车与周围环境中，从而提升产业营销体验和私人定制化服务。

图片来源：网络



Image courtesy of Briggs Automotive Company

结语

时至今日，无论是国内还是国外，也无论是企业管理者还是一线人员，都印证着制造业正在经历着新一轮工业革命的变化。其中的核心之一就是智能制造的变革，智能制造不仅带来了数字化工程设计的革命，更通过数字化设计、制造和营销，实现设计创新、改变传统工艺流程，提升企业生产力和竞争能力。这绝不仅仅是狭义的制造企业内部某一流程的变化，而是全方位的革命。

总而言之，智能制造及其创新平台的建立不等于生产过程的简单智能化，而是产品生命周期的全过程的智能化；智能制造不等于生产车间里无生命的机械设备的简单自动化，而是包括人、物、流程等全面智能化；智能制造不等于直接照搬美、德、日、英等国家制造业的发展战略，也不等于中国制造企业都要采取相同路径，而是应选择符合中国企业自身需求的智能制造之路！这也将是中国制造业转型成功之路！

参考资料

《创客-新工业革命》克里斯安德森著 中信出版社，2012年版
《中国设计产业发展报告（2014年-2015）》陈冬亮，梁昊光主编 社会科学文献出版社，2015年版
《全球视野下的工业4.0和中国制造2025》赵胜

<http://www.autodesk.com.cn/> 欧特克软件（中国）有限公司官网
<http://www.cdwresearch.com.cn/> 计世资讯官网

感谢欧特克软件（中国）有限公司提供的资料支持

指导单位介绍

中国两化融合服务联盟成立于 2013 年 10 月，是在工业和信息化部（以下简称“工信部”）指导和支持下，以“合作共赢、各得其所”为原则，以整合两化融合资源、提升两化融合服务能力为目的，为政府、行业协会、企业和咨询服务机构提供两化融合相关标准研制、两化融合管理体系贯标评定、两化融合评估咨询、两化融合交流培训和活动推广等服务。工信部明确将联盟作为两化深度融合专项行动计划（2013–2018 年）的实施主体，并将两化融合管理体系评定工作委员会和评定专家委员会设在联盟。

联盟由指导委员会、专家委员会、会员代表大会、理事会和秘书处组成。原工信部副部长杨学山担任指导委员会主任，副主任包括中央网络安全和信息化领导小组办公室信息化发展局局长徐愈、工信部科技司巡视员韩俊等，委员有北京、天津、河北、黑龙江、上海、江苏、浙江等地工信主管部门两化融合负责同志和工信部信息化和软件服务业司两化融合推进处处长王建伟等同志。联盟聘请国家信息化专家咨询委员会常务副主任周宏仁、中国互联网协会理事长邬贺铨院士、国家 CIMS 工程技术研究中心主任吴澄院士、中国航天科工集团第二研究院科技委顾问李伯虎院士等担任专家委员会顾问。联盟现有会员单位 248 家，涵盖 20 家国家级协会，27 家中央企业集团，以及 189 家行业龙头企业、咨询机构、IT 服务商和科研院所。联盟秘书处设在工业和信息化部电子科学技术情报研究所（以下简称“电子一所”）信息化研究与促进中心，周剑博士任联盟秘书长。

电子一所是工信部直属事业单位，是工信部两化融合工作牵头支撑单位，是联盟理事长单位，也是《工业企业信息化和工业化融合评估规范》（GB/T23020–2013）国家标准和《信息化和工业化融合管理体系 要求（试行）》（工信部公告 2014 年第 3 号）起草单位。计世资讯隶属于电子一所，先后参与两化融合及管理体系宣传推广、对接交流及专题培训等工作，并成功承办和协办“2014 年两化融合管理体系贯标对接交流活动”、“两化深度融合专项行动计划重点工作推进大会”、“两化融合深度行”、“两化融合培训”、2014 年两化融合管理体系服务机构交流大会等活动。

