

MT 机械工程导报

Mechanical Engineering Trends

<http://www.cmes.org>

2018 年第 1 期 总第 194 期

全息工业时代的 AR 新界面 p01

工业互联网热潮下的冷思考 p07

伟大的变革：现代制造业（一） p10

2017 年机械工业经济运行形势及 2018 年发展展望 p29

复杂零件数字化多方位可控流动锻造成套技术装备与生产线 p33

全智能无人高精度切割生产线 p39

目 录

CONTENTS

机械工程导报

MECHANICAL ENGINEERING TRENDS

1998 年创刊
2018 年第 1 期 (总第 194 期)
2018 年 2 月 28 日出版

主办: 中国机械工程学会工作总部
地址: 北京市海淀区首体南路9号
主语国际4号楼11层
邮编: 100048
电话: 010-68799036 (编辑部)
传真: 010-68799050
E-mail: zhongyg@cmes.org
网址: www.cmes.org
主编: 陈超志
责任编辑: 钟永刚
出版: 《机械工程导报》编辑部
发行: 中国机械工程学会工作总部



专家视点 EXPERT OPINION

- | | |
|------------------|----|
| 全息工业时代的 AR 新界面 | 01 |
| 工业互联网热潮下的冷思考 | 07 |
| 伟大的变革: 现代制造业 (一) | 10 |



热点关注 CURRENT POINT

- | | |
|------------------------------|----|
| 2017 年机械工业经济运行形势及 2018 年发展展望 | 29 |
| 复杂零件数字化多方位可控流动锻造成套技术装备与生产线 | 33 |
| 全智能无人高精度切割生产线 | 39 |



学会资讯 CMES INFORMATION

- | | |
|------------------------------------|----|
| 中国机械工程学会 2018 年总干事秘书长工作会议在海口召开 | 45 |
| 深入学习贯彻党的十九大会议精神
——为争创世界一流学会努力奋斗 | 48 |
| 2018 年中国机械工程学会期刊工作研讨会在海口召开 | 52 |

全息工业时代的 AR 新界面



中国机械工程学会知识中心 林雪萍

一、工业服务的历史就是人类体验升级的历史

制造商对于产品增值部分的理解，构成了工业进化历史中，留给一代又一代的消费者最为鲜明的时代烙印。

最早的时候，产品的物理功能，就是一切。产品甚至连一个说明手册都没有——即使在现在，偶尔仍能看到这类轻浮的产品。

在工业化的漫长岁月中，注重产品的使用、功能讲解和维修的印刷手册，成为一个典型工业品的标配。当年，西门子汽轮机漂洋过海来到中国的时候，随行的几箱子操作与维修手册，给中国工业带来巨大的震撼。在工业服务的近百年历史当中，产品说明与维修指南，成为体现行业成熟度的一张简单的试纸。

然而对于复杂产品而言，由于操作、维修和备件手册，都

是供应商不同部门编写的，这就好比是不同语言的人坐在一起讨论问题，给终端用户带来了巨大的困扰。在二十世纪 80 年代，美国军方带来了全新的想法。为了减少传递技术数据的混乱，提高武器系统的后勤保障能力，美国国防部和工业界联合进行调研，导致了交互式电子技术手册 IETM (Interactive Electronic Technical Manual) 的诞生。作为一种标准化的方法来管理技术出版物，IETM 使得产品的备件、维修、日常运行都能采用单一的数据源，加上良好的交互性，传统纸质技术手册的静态知识表达，开始走向采用文字、图形、音频和视频等多样化的表现形式。

而随着工业进入数字化和物联网的时代，工业领域的知识服务，尤其是售后服务，将进入一个全息时代：让工业服务的知识可视化。在这样一个时代，全新的主角正在登场，已经诞生了

二十多年多的 AR (增强现实) 技术终将成为主角。借助于增强现实技术，人们终于可以用最自由的体感互动的方式，进入一个“产品即服务”的全息工业时代。

二、产品服务系统的三个阶段

产品服务系统，意思是指“产品即服务”。它标志着产品的设计、制造和最后的服务，将打破界限之分，放在同一个系统内考量。在中国，有一个更加轮廓鲜明的名称：服务型制造，或者更大一点的语境“生产性服务”。

大多数企业正在意识到，产品生命周期支持战略正发生快速演变。产品服务系统的发展 (图 1)，可以分为三个阶段 (图 2)：成本中心、利润中心和战略中心。实际上，随着数字工业的到来，最早的售后服务 (往往也是成本中心)，将不仅仅可以成为利润中心，更重要的是，其价值开始

向前端的设计与制造互动，成为真正意义上的产品生命周期战略。

在这个意义上，售后服务的“后”字听上去就像个累赘的词语，将逐渐退出历史舞台，“产品即服务”之曲，开始在业界哼唱。

在产品服务系统的第一个阶段：面向产品提供支持服务。产品一次性售出后，就几乎完成了价值的全部；服务部门是以非常被动地方式工作，主要是维修或更换损坏的产品。服务中心主要关心的是最大程度地降低成本。

在第二个阶段，则进入了面向利润的服务。由于一些产品（如

航空发动机）存在着复杂的售后服务，客户需要完整的解决方案。先知先觉的制造商，将其产品支持和服务机构转变为利润中心。在这样做时，这些公司优化了其支持流程，重新定义服务的内容，优化了资源和备件利用率。在整个生命周期向客户提供操作员指南、维修步骤和维修手册形式的服务信息，可以获取不菲的利润。

第三阶段：面向增长的服务。美国咨询公司 IDC 意识到，产品服务系统（Product-Service-System）正在成为先进制造一个全新的范式。以长期的产品支持

和服务为中心开展差异化竞争的公司，开始将自身转变为由服务推动的企业：服务收入占总收入的 50% 以上。

这个阶段意味着，服务与制造不再分离，而是作为一个企业级的战略，结合在一起。服务和支持的质量，一开始就成为产品设计的核心要素。

在传统工业的时代，已经卖出的产品，基本就是一个“产品孤儿”。产品生产之后，对于制造商而言，它基本就是消失了，不管它今后的情况是什么。一年、三年质保期是它若有若无的唯一纽带，而且“质保期”听上去，就像是和睦家庭里的一个麻烦。而在产品服务系统里，产品孤儿变成一个宝贝，产品在、服务在；服务在、利润在。

物联网的发展，使得产品可以和制造工厂紧密地联系在一起。洞察售出产品的动态，将成为制造商新的利润保障。持续追踪和关注出厂的产品，终生用户成为最大的战略重点。“质保期”将几乎终生有效，甚至最后都会感觉不到它的存在。

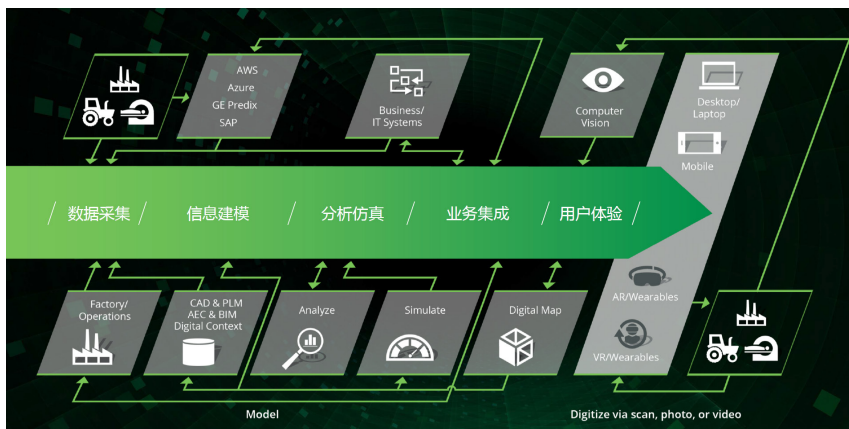


图 1 产品服务系统是全程设计

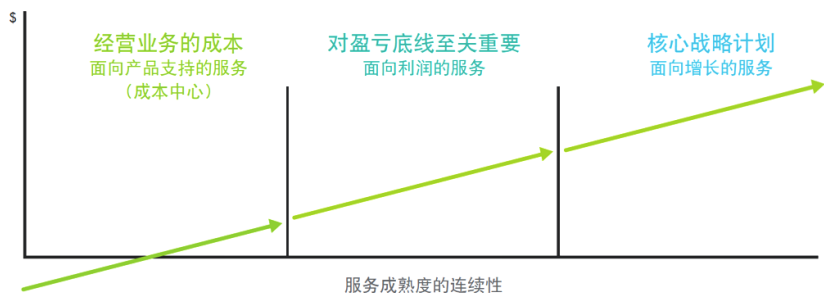


图 2 产品服务系统的三个阶段

三、全息工业时代：体感分发知识

产品服务系统的崛起，依赖于同时产生的三大技术（图 3）：数字技术、物联网（IoT）和增强现实（AR）。数字工业的浪潮

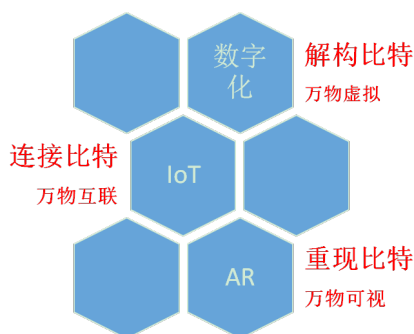


图3 全息工业时代的三种技术
(Source: 作者原创)

启动了一个新时代。数字化解构了比特,使得万物虚拟化;物联网连接了比特,使得万物互联;而AR技术则重现了比特,使得万物可视。

AR是一种最为让人心醉的技术,因为它是人与万物连接的界面,让听起来令人激动的“万物互联”,以一种活灵活现的方式戏剧性地展现出来。万物互联、万物数字化所形成的浩浩荡荡的比特洪流,终于可以看见!

AR才是终端之王(图4)。

界面,是一种人们无法拒绝的自然之物。使用增强现实AR,能够把工业现场的措施、行动和展现以全息影像的方式展示在工程师的面前,从而可以跨越距离的、时间的和范围的限制,各个团队可以超越时间和空间的限制一起合作,让产品设计有了一种在虚拟环境中得以实现,而且还可以将全息服务拓展到远程的培训和使用的。

AR是一种超级界面,它是一种人类用体感控制世界的全新

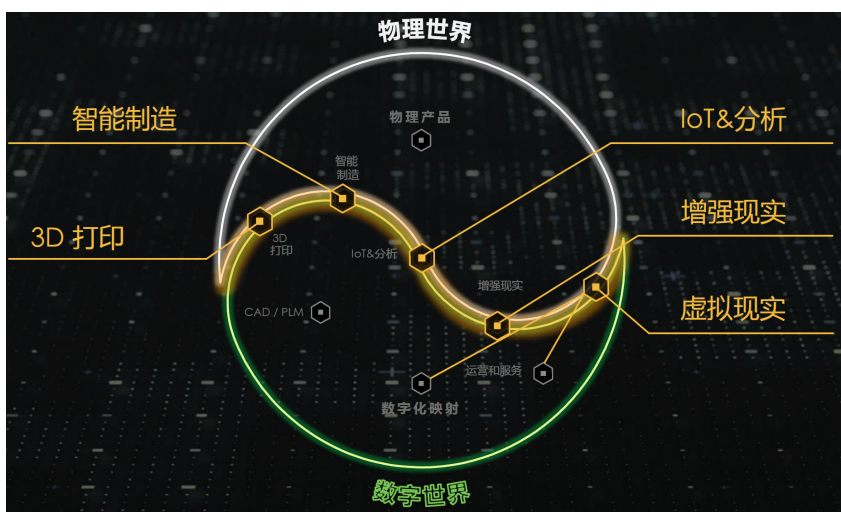


图4 万物互联AR为王

规则。AR不仅可以摆脱了双手,而且可以用全身的体感,来操控这个丰富的世界。物联网则拓展了这种体感施加于万物的能力,万物互联有了最终的归宿。而在其他各种场合,那些万物数字化的源头(包括用于产品研发设计的计算机辅助设计CAD/仿真CAE),源源不断所释放的数据,正在重构了一个令人倍感震惊的可视化世界。

云朵重新卷聚,这预示着全息工业时代的到来。在这个时代,IoT和AR变成了包拯永远不想离开的“王朝马汉”。

四、一图胜千言,一感胜百图

工业化为什么难?难在工业化所需要的知识不可见,知识传递非常困难,“有用的知识”(如经验)尤其难以传承。而只有将

知识加载在对应的场景中,知识才是真正有价值的。知识无法顺利加载在场景应用上,是一个影响工业发展的历史性困惑。

享有“知识运动之父”的日本野中郁次郎曾提出著名的知识转换形式(图5)。其中暗默知识——“只可意会、不可言传”的那些知识——如何“表出化”,形成可以把握的“形式知识”,是一个企业进行知识传递最难的过程。而产品服务系统中,服务正是包含大量暗默知识的场景集合。

随着AR的诞生,知识管理的思路,终于可以换个轨道打散重来。人们可以通过实时应用中的可视化场景,“看到”那些暗

		暗默知识	形式知识
从	暗默知识	共同化	表出化
	形式知识	内在化	联结化

图5 知识变换的模式

默知识形成逐步的引导。这背后是一种全新的知识管理理念——只是知识不再试图以任何其他形式编码，而是以人们最熟悉的自然界面方式发生。

一种场景式的全息感用例（已经不能叫做手册了），正在

代替流行了几百年的技术手册，三维可视化、可以采用体感控制的全新服务正在诞生。通过 AR，不同的使用者可以分享体验。如何对产品进行 3D 设计，产品如何维修，各种操作视频、各种防错步骤，都可以轻松分享（图 6）。



图 6 工业全息时代的体感分发

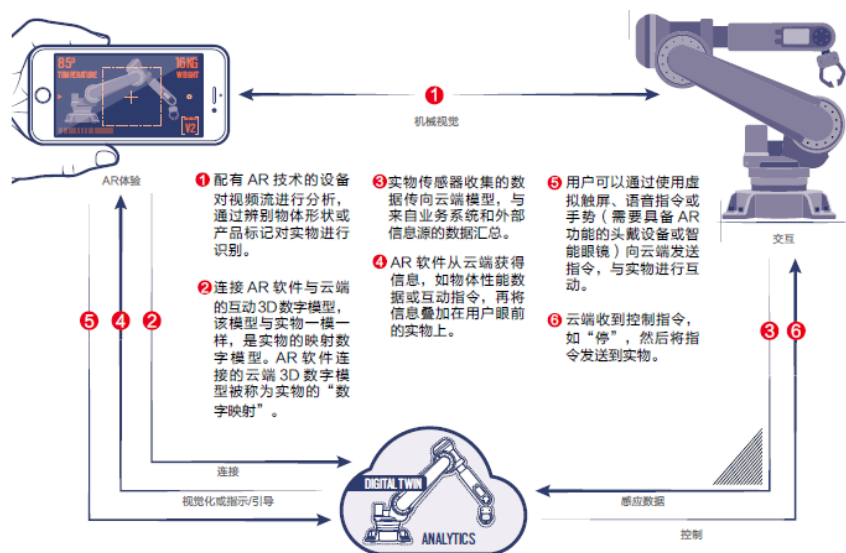


图 7 AR 的工作原理
(source: HBR)

产品的各种操作都变得无比简单。如果需要修理一辆哈雷摩托车，只需透过装有软件的 iPad，就可以掌握非常详细、非常丰富的摩托车的各种内容。点击轮胎图片，就可以看到轮胎的磨损情况。如果需要更换，点击相关按钮，就会出现更换轮胎的教材。而且可以直接按照三维空间的指示，一步一步地更换轮胎。

从文字时代，到读图时代：可视化的参数和统一的数据源，大大提高了检索效率和服务的效率；而在全息工业时代，人们从读图时代，进入到体感时代（图 7）。暗默知识，终于打开了一个缝隙，知识的光线纷涌而出。

只可意会、不可言传终于找到了全新的图景，那就是不再借助于“语言”，而是借助于身体的示范。AR 技术悄然打开了一个知识的暗盒。暗默知识正在出窍。

五、AR 界面新主义

随着物联网和 AR 这两种技术的融合，意味着，产品服务系统，将出现一个超级界面：它重新在人与物之间，定义了一个全新的界面。这个界面将打破数字空间与物理世界的界限，使得数字比特与物理原子的关系，变得从来不曾如此亲密和完美，它们可以自由地相互切换。

这一切，是通过将物理产品建立以模型为基础的数字孪生，

从而实现全新一代的连接技术。使用了数据孪生，这个能够让人们以一种展示屏的方式了解到数字的洞察。

而 AR，则是这个隐形界面的显影剂（图 8）。它能够把数据和洞察直接从计算机的屏幕上抓出，并且能够让设计师进入物理设计。它通过增强的技术，把整个数字世界展现给你。

未来制造的展望是什么？IOT 能够让从“万物互联”，将物理世界带入到数字世界；而 AR 则能够让人们的感官，带入到物理实体当中，使得“万物可视”。数字世界与物理世界的区分将不再重要，二者的互动，才是最重

要的。

这就意味着，工业进入了一个全息时代，“界面为王”将真正主宰整个制造业的设计、运营、维护和服务（图 9）。

操作与维修，都变得再简单不过了。大部头手册与使用指南，终于成为永久的过去。交互式技术手册 IETM，也成为 AR 最为恰当的跳板之一。

在“界面为王”的时代，通过数字孪生的可视化表达，人们可以开始对物理世界有着非常清晰的洞察，时空都被压缩到一个视点之中。

从这个角度来看，走在物联网最前沿的一个传统 PLM

公司 PTC，成为“产品服务系统”的一个最佳演化样本。它在 2005 年收购的技术出版软件 ArborText 实现 IETM 交互设计，将产品的手册服务提升到一个高度；随后收购产品备件服务方案 Servigistics，进入到产品服务领域；并购物联网 ThingWorx 平台形成一个机器连接的全新局面；到 2016 年底最终从高通手中收购的 VR/AR 软件 Vuforia，再加上原有的 CAD/PLM 软件所天生具备的数据源头和数据容器，五种缺一不可的利器，终于在全息工业时代，形成了一个相互递进的逻辑闭环。

这是“产品服务系统”一个极致的精炼。

产品服务系统，不是简单的“产品加服务”，而是基于一种产品永远在线所形成的“随时界面”而主导的思维。由于 AR 用户界面是以软件为基础，且通过云进行部署，它可以轻松地进行个人定制并持续迭代改进。这种“软件定义功能”的方式，大大降低了 AR 的边际成本，而且由于淘汰了传统的按钮、开关和显示器，企业也可从中节省制造成本（图 10）。

这势必会影响下一代产品的设计，甚至可以实时为远程产品增加一些新的特点；而就服务而言，则可以主动出击，预期产品会出现什么样的问题，也不需要再退回到工厂进行修改或提供维

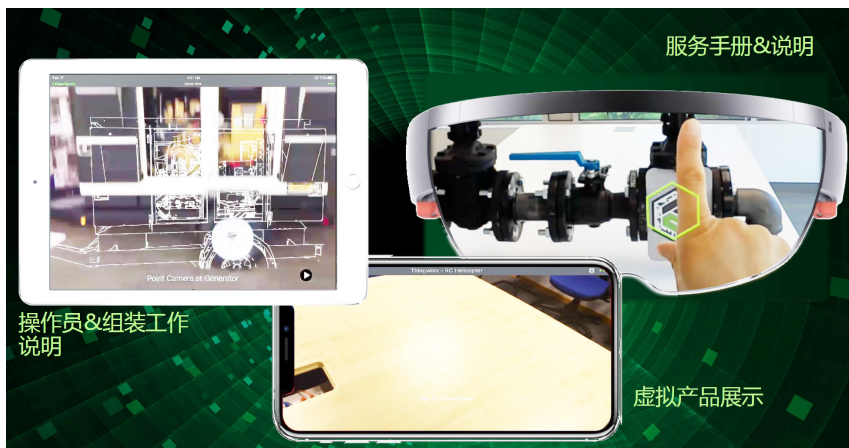


图 8 AR 的各种界面



图 9 AR 的应用场景

修。甚至可以预测到未来产品的样子是什么。

刚刚露头的“工业全息时代”，为各行各业的产品制造商敲响了长鸣警钟，每一个制造商都需要拥抱以AR技术为基础的下一代用户界面，它对竞争地位带来的颠覆性影响，正处在一个等待爆发的前夜。

六、工业断层与界面主义：哈佛商业评论的新主张

人机关系一个最重要的话题就是“界面”，而增强现实AR是很好的纽带。本质上，AR将数据和分析转化为成像或动画，并将其叠加到现实世界中。AR是一门专门的技术，它可以使得机器能力更加强大，它可以帮助人能够不断的了解技术的进步。

《哈佛商业评论》中文最新一期刊登了管理大师迈克尔波特和PTC的CEO Heppelmann联合发布的文章《管理者的AR指南》。普通用户可以下载这篇文章，只需要借助简单的手机APP，就可以看到纸面上跳出来真实运转的机器人，和机器人的数字孪生模型在不断地跳闪着工作状态。

这种虚拟和现实的边界越来越模糊的场面，让人倍感困惑而又急于寻找答案。人类知识传递，将再也不是一个默默的阅读和面对面的交流，而是一种全新的“体



图10 AR引导安装

现实世界和数字世界的融合

AR帮助人们更轻松地将数字化信息与实际应用情景融为一体。

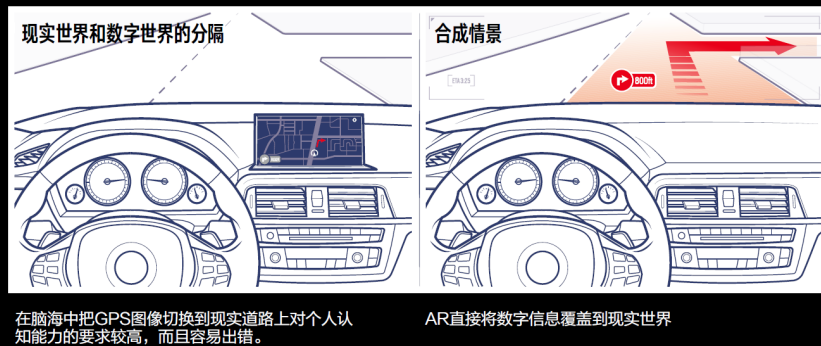


图11 现实世界和数字世界的融合

感体验”。书里面真的可以体验迪斯尼般的梦幻城堡吗？“书中自有颜如玉”，可以一见钟情吗？“书中自有真厂房”，每一条流水线都可以借助AR的世界，自由打开与折叠？

《哈佛商业评论》谈到，“人类已掌握极为丰富的数据，然而数字世界与应用这些数据的物理世界之间，横亘着一道天然断层。

人类生存的现实世界是3D状态，但指引我们做出决策的数据却囿于2D的页面和显示屏上。”（图11）

打开工业断层的正是依靠物联网和增强现实，从而实现“万物互联、万物可视”，这也使得“产品服务系统”成为制造业的标配。而基于界面主义的全息工业时代，正在大踏步走来。MT

工业互联网热潮下的冷思考



武汉制信科技有限公司 黄培

最近，我国工业互联网的热潮涌动，各种工业互联网平台和工业 APP 如雨后春笋般冒了出来。近几年制造业热潮迭起，从 3D 打印到机器人，从工业 4.0 到智能制造，从“机器换人”到“工业云”，让人目不暇接，理解不透。

本文将解读工业互联网的概念以及与相关术语之间的关系，希望能够帮助读者客观、理性地看待当前的工业互联网热潮，找到应用的突破口。

1. 如何理解工业互联网？

工业互联网是指工业互联的网，而不是工业的互联网。

在企业内部，要实现工业设备（生产设备、物流装备、能源计量、质量检验、车辆等）、信息系统、业务流程、企业的产品与服务、人员之间的互联，实现企业 IT 网络与工控网络的互联，实现从车间到决策层的纵向互

联。

在企业间，要实现上下游企业（供应商、经销商、客户、合作伙伴）之间的横向互联；从产品生命周期的维度，要实现产品从设计、制造到服役，再到报废回收再利用整个生命周期的互联。这实际上与工业 4.0 提出的三个集成的内涵是相通的。

IT 领域的在线词典 Techopedia 对工业互联网给出的解释是：工业互联网将智能机器或特定类型的设备与嵌入式技术和物联网结合起来。实例是将

机器和车辆配备智能技术，包括 M2M（机器与机器互联）技术，实现制造装备和其它设备可以相互传输数据。工业互联网也应用于交通项目，例如无人（或自主）驾驶汽车和智能轨道交通系统。

2. 工业互联网与工业物联网（IIOT）是什么关系？

工业物联网指的是物联网在工业的应用。工业互联网涵盖了工业物联网，但进一步延伸到企业的信息系统、业务流程和人员。



Techopedia explains *Industrial Internet*

The Industrial Internet incorporates ideas of intelligent machines, or specific pieces of equipment, with embedded technology and the Internet of Things (IoT).

Examples are pieces of machinery or vehicles that are equipped with intelligent technologies, including machine to machine (M2M) technologies that allow manufacturing equipment or other types of equipment to send data back and forth, or "talk among themselves."

The Industrial Internet also is applied to transportation projects, such as driverless (or autonomous) cars and intelligent railroad systems

图 1 IT 领域在线词典 Techopedia 给出的工业互联网的解释

工业互联网的概念实际上与国外提出的万物互联（Internet of Everything，将人、流程、数据和事物结合在一起，使得网络连接变得更加相关，更有价值）理念有相似之处，相当于是工业企业的万物互联。

3. 何谓工业互联网平台？工业互联网平台与工业云平台的关系如何？

工业互联网平台是开发和运行各种工业互联网应用功能的平台。工业云平台指的是工业领域的云平台，包括了 IAAS（基础设施服务化）、PAAS（平台服务化）、SAAS（软件服务化）三个层面。工业云平台的目的是将工业软件演化为一种云服务（SAAS），并为客户提供可以对软件功能进行配置或二次开发的平台（PAAS），将数据和信息系统存储到云端，从而使工业企业应用信息系统更加便捷、更有利于管理（例如，实现服务器和桌面虚拟化），因此，工业云平台本质上属于 IT 平台。

工业互联网平台是工业云平台的扩展与延伸，不仅能够支持工业云平台的所有功能，而且要支撑工业物联网应用，实现 IT 与 OT 融合。

在 IAAS 和边缘（设备端）层，工业互联网平台需要实现从设备的控制系统、传感器、可穿戴设

备、摄像头和仪表进行数据采集、传输和存储。

在 PAAS 层，工业互联网平台需要能够支撑更加复杂的算法，例如利用深度学习技术进行图像分析，利用 SPC 方法分析质量数据，利用仿真技术对设备的数字化模型（Digital Twin）进行性能仿真，利用 GIS 数据对车辆进行定位，从而对物流运输过程进行追溯等。

在 SAAS 层，则应当提供丰富的 APP，将原来工业软件固化的功能拆分成很多功能相对独立的插件，可以在 PAAS 平台即插即用。因此，工业互联网平台比工业云平台要复杂得多。

4. 工业互联网与智能制造的关系如何？

工业互联网的核心是互联，是制造企业实现智能制造的关键

使能技术之一。根据 e-works 提出的智能制造金字塔模型，企业推进智能制造包含四个层次、十个场景。

第一层是推进产品的智能化和智能服务，从而实现商业模式的创新，在这一层，工业互联网可以支撑企业开发智能互联产品，基于物联网提供智能服务。

第二层是如何应用智能装备、部署智能产线、打造智能车间、建设智能工厂，从而实现生产模式的创新，在这一层，工业互联网技术可以帮助企业实现 M2M，从设备联网到产线的数据采集，从车间的智能监控到生产无纸化等。

第三层是智能研发、智能管理和智能物流供应链，实现企业运营模式的创新，在这一层，工业互联网的主要作用是实现企业内的信息集成和企业间的供应链集成。



图 2 智能制造四层次、十场景

第四层是智能决策，在这个层次，工业互联网的作用是实现异构数据的整合与实时分析。

5. 工业互联网与工业大数据的关系如何？

工业互联网平台需要管理海量和异构的、结构化、半结构化和非结构化的数据，包括来自各种设备、已服役的产品、信息系统和社交媒体的数据，对于工业企业而言，这些数据就是工业大数据，需要用专业的平台来存储、分析、展现这些数据，通过数据驱动，实现对产品、制造工艺和设备进行监控、控制和优化等功能，这样的平台就是工业大数据平台。应该说，工业大数据平台是工业互联网平台的一个子集。

6. 工业互联网有哪些现实的应用场景？

目前，最现实的应用场景是装备制造企业利用工业互联网平台来对已服役的产品进行远程的状态监控，乃至预测性维护。

例如，FANUC 公司与思科公司合作，为 FANUC 机器人的客户提供 ZDT (Zero Downtime, 零宕机) 服务；树根互联的根云平台可以实现移动设备（例如工程机械）的定位和远程监控服务，提供工作时间统计、故障预警、发现并纠正客户的危险操作习惯等

服务，还可以帮助客户实现服务电商；东方国信的工业互联网平台实现了对钢铁行业、风电行业、锅炉行业的设备监控、能耗分析等应用；寄云科技与上海隧道工程公司合作，实现了盾构机掘进过程中的故障预警。

另一个工业互联网典型的应用场景是企业内部设备联网的基础上，实现车间生产设备的监控。美的已经建立了空调生产车间的 Digital Twin，可以对设备状态实时监控。华中科技大学一个科研团队通过对江苏省一家制造企业的机床消耗的实时电流进行采集，捕捉细微的波动，来判断是否是刀具断刀的前兆，从而使企业不用按时更换刀具，延长刀具使用寿命。目前的工业互联网应用，主要还是工业物联网的范畴。

7. 工业互联网目前的成熟度如何？

工业互联网涵盖的领域非常广，要实现各种软件、硬件、机器设备、产品与业务流程和人员的互联，实际上难度非常大。

工业互联网是个美好愿景，但要实现这一愿景还需要很长的过程，需要打造一个健康的生态系统。工业互联网的概念很大，不少各种功能各异的云平台都在宣传自己是工业互联网平台，让企业难以分辨。

小结

总体来说，虽然目前工业互联网热潮涌动，但是目前我国的工业互联网应用还处于初级的阶段，各界对工业互联网的认识与理解还不太统一。

市场上已有的工业互联网平台实际上只能支持某些单点应用或特定功能，还缺乏真正基于多租户的工业互联网平台。各种平台之间要实现集成，涉及到诸多的标准和安全问题。按照目前“百花齐放”的发展态势，势必形成很多“云孤岛”。

在这次工业互联网热潮中，一些厂商过度炒作，甚至出现了类似“亩产小麦 18 万斤”一样的吹嘘。对于制造企业和工业软件企业而言，将所有工业软件都变成 APP，既不现实，也没必要，制造企业已经应用了很多 IT 系统，不可能把所有的应用都转到工业互联网平台上。

另外，要实现不同工业互联网平台上的 APP 之间的互操作还面临很多难题。制造企业推进工业互联网应用，还需要认真梳理自己的需求，分析投资收益，千万不要盲目冒进。实现工业互联网应用，对用户企业，对于工业互联网平台开发商、运营商、APP 开发者，对整个产业链而言，都还任重道远！

伟大的变革：现代制造业（一）

编者按：本文为麦肯锡咨询公司的研究报告，报告分五部分：概述、现代、现代愿景、现代实践、结论，每一部分都由独立的几篇文章组成。本刊将翻译连载，以飨读者。

I. 概述

伟大的变革：现代制造业

作者：Erin Blackwell, Tony Gambell, Varun Marya, and Christoph Schmitz

80 多年前，查理·卓别林（Charlie Chaplin）的经典影片《摩登时代》（Modern Times）闪亮登场。其中最为经典的一幕：他的手臂试图跟上生产线的节奏，快速扭动着两只手中的扳手。时至今日，许多人（至少那些没有在工厂工作过的人）一想到制造业，都会不禁联想到这一场景。

但是熟悉工厂的人很清楚，工厂已发生了翻天覆地的变化：想一想 2017 年和 1937 年的工厂有什么不同？和 1977 年的工厂相比呢？甚至和 2007 年相比呢？想想自动化、机器人技术、传感器、物联网、解析学、大数据、人工智能和设计方法学的发展。在 2027 年或 2037 年之前，制造

业又会经历多少变革？

制造企业如何紧跟快速的变革步伐——作为制造业的领导者，你又要采取什么行动做到与时俱进？

我们相信，我们已经跨入了现代制造业的新时代，制造企业现在面临的局面并不比卓别林当时面临的局面乐观。当今时代提出的需求前所未有的，不仅仅是完成低投入高产出这一长期目标这么简单，还以零阻力便利和完美质量为由，加大了客户和监管部门的审查力度，促进了制造业数据在可用性、存储和使用等方面的进步，使产品和需求更为复杂。最终，促使管理人员通过经营或结构转型来进一步提高生产率。

因此，我们相信，我们同时也站在了制造业变革的风口浪尖。我们希望一些企业甚至整个行业，主要通过以下两个因素来加快走向这一未来的步伐：第一，现代变革的水平和速度；第二，数字技术新的发展能够带来机遇的程度。

然而最后，我们还是相信，成功的制造企业在追求不断前进的同时，将始终不渝地坚持不朽的信念：工业革命、20 世纪初亨利·福特（Henry Ford）以及八十年代丰田汽车（Toyota）秉持的制造绩效的基本要素，对于当今所有的制造商仍然适用。

有鉴于此，我们希望您在本简编中找到感兴趣的话题，具有

挑战性的话题，或能为当前实践和能力提供进一步支持的话题，涵盖的资料从最高管理层到制造第一线都有所涉及。如果您渴望制造业领导力也能进入一个新时代，我们希望本简编能成为您和您同事们的宝贵资源。

本简编中所有新的文章围绕三个主题展开，这三个主题与当下制造企业息息相关。

一、现代

在第一部分，我们将探索不同行业中制造业的变化格局。未来十年左右，预计全球消费将增加约 23 万亿美元，且消费阶层将新增约 18 亿人口。因此，了解需求——生产的方式、地点和时间——变得愈加重要。随着数字能力越来越易于获得和理解，采用数字技术将加强竞争力并使生产系统更加快速和灵活。然而，卓越运营的基本要素依然是

企业转型和走向未来的基石。

二、现代愿景

为了保持竞争力，企业必须从始至终将价值链纳入考虑之中，贯穿生产的各个方面。在这一部分，将深入探讨一些我们认为对企业来说很重要的特定主题。其中一些是技术概念，如先进制造业、网络优化和高级分析，而另一些则集中讨论关键的思维和行为，如领导力和未来的劳动力。

三、现代实践

领导要对概念和理论有一个全面的了解，希望一切措施对变革发生立竿见影的效果往往不尽如人意。让所有事情都立刻见效，往往会导致失败，而速度太慢则会丧失千载难逢的竞争优势。在本章中，我们将介绍一些引导企

业走上正确道路的策略步骤。

如果您是首席运营官或最高管理层成员，我们希望您对包含制造业的部门予以重视，以便思考战略措施以及企业的未来。

我们希望本书中的观点兼具趣味性与指导性。我们志在帮助管理团队更加自信地驾驭不断变化的制造业格局，并帮助他们为未来的挑战做好准备。

未雨绸缪，迎接伟大变革！

为现代制造业蓄势待发。我们希望就与当前制造业息息相关的话题展开进一步讨论。

向以下人员致敬！

麦肯锡全球制造实践部 (McKinsey's Global Manufacturing Practice) 代表：艾琳·布莱克威尔 (Erin Blackwell)、托尼·甘伯尔 (Tony Gambell)、瓦伦·玛丽亚 (Varun Marya)、克里斯多夫·施密茨 (Christoph Schmitz)

II. 现代

全球增长，地方根源：向新兴市场转移

作者：Matteo Mancini, Wiktor Namysl, Rafael Pardo, and Sree Ramaswamy

导语：未来数十年，新兴市场将拉动制成品的需求。为应对这一需求，各企业必须进行本地化创新。

未来二十年，新兴市场将推

动全球增长。预计到 2025 年，全球总消费量将达到 62 万亿美元，是 2013 年的两倍，而新兴世界至少拥有一半的功劳。2010 年，“消费阶层”——每天可支

配收入超过 10 美元的人群——有 24 亿位成员，超过世界人口的三分之一，而到 2025 年，将增长到世界人口的一半以上。将人口增长考虑在内，将额外产生

18 亿消费者，其中绝大多数人生活在新兴地区。

对于制造商来说，这一情况尤为引人注目。我们估计，到 2025 年，新兴市场将成为全球 65% 制成品的目的地。消费从基础开始，购买资本密集型产品（如汽车、建筑产品和机械）正在推动这一转移。到 2013 年，新兴市场已占建筑材料总需求的 59%，钢铁为 57%，机械为 47%。

一、城市化

然而，进入这些重要的巨大新兴市场并非易事。尽管到 2025 年，全球可能有一半以上的人口居住在城市，但增长最快的地方不会发生在当今新兴市场国家的特大城市，如孟买或上海。相反，在接下来的二十年中，预计几亿人口将生活在新兴世界中的 400 多个中等城市，占到城镇化人口增长的 35%。

各个城市的特色千差万别，就如同其多样化的地理特征。以下举出了三个例子来说明。位于印度西部的苏拉特，纺织生产约占全国总量的五分之二。中国 GDP 第七大城市佛山，是全球最大的家具和照明产品批发市场。巴西第四大州南大河州的首府阿雷格里港，是从大豆到皮革等农产品的主要出口中心。虽然这些城市在规模和增长潜力方面类似，但在消费模式上可能有天壤

之别，就像在宗教、文化和监管环境等方面一样呈现出多样性。

从经济上来说，新兴市场中的某些城市将变得和当今某些国家一样重要。中国城市天津的 GDP 已经和瑞典首都斯德哥尔摩的 GDP 相当。到 2025 年，天津的 GDP 将与瑞典整个国家的 GDP 不相上下。

二、接近市场

制造企业面临的挑战不仅仅是要了解城市层面的需求变化，而不是国家层面的需求变化（尽管研究表明，目前只有不到五分之一的管理人员以城市为基础进行区位和资源决策）。此外，因为制造业仍然主要是地方企业，所以确保充分发展生产能力以接近企业最重要的新兴市场，也是一大挑战。全球三分之二的制造业价值，来自倾向于靠近本地需求来源的行业，可以降低运输成本，或者根据本地需求量身定制产品。

大型制造企业可以自由选择在全球各地的运营地点和方式。未来几十年，他们面临的一项重要挑战将不仅仅是选择正确的生产地点组合，而且还要学习在这些高度多样化的环境中尽可能实现高效运作。为此，我们坚信，他们必须把重点放在三大类技能上。首先，他们必须设法处理复杂性问题以满足不同的客户需

求。其次，他们需要发挥组织能力适应复杂性，同时不会牺牲生产力。第三，他们必须具备制造灵活性，以便更有效地满足不断变化的客户需求，从竞争中脱颖而出。我们来依次探讨下这三个方面。

1. 满足本地需求

为满足新兴市场消费者的需求，制造企业首先必须了解这些需求。要做到这一点，根植于本土是重中之重。企业显然需要进行实地调研，不仅要掌握关键新兴市场客户的口味和购买行为，还要掌握区域竞争对手的产品。而且，客户不是新兴市场中唯一重要的利益相关者。不同的监管制度、政治环境、投入成本和在本地供应链中的功能都会影响产品设计和制造决策。

必须在适当的极小层面上洞察细节。例如，麦肯锡的一项研究发现，中国市场按照国家甚至地区来划分是不够的。通过分析消费者特征、人口统计、政府政策和其他因素，该研究确定了 22 个不同的市场集群，每个集群都可以单独定位。

在新兴市场，能否正确整合属性决定了产品的成败。诺基亚（Nokia）在非洲手机市场取得了主导地位，例如，手机简单、坚固、防水并整合了手电筒和收音机功能。而一家消费品制造商试图进入一个新兴市场却屡遭失

败，直到其对希望销售的产品进行详细的实地调查后才找到突破口：直到那时，该制造商才明白，当地的消费者与购买该产品的所有其他国家的消费者不同，该新兴市场的消费者的需求是，在产品用完之后，产品所用的包装可以作为他用。

成功的产品需要本地开发以及本地研究。开发向最终用户靠拢，简化了用户测试和反馈，并且企业可以聘请熟悉本地需求的本地设计师和工程师。因此，越来越多的企业正在将研发能力与新兴市场生产设施进行完美结合。根据麦肯锡全球调查（McKinsey Global Survey）显示，大多数高管认为，其研发机构应分散开来，单个研发基地可作为全球网络中的节点运营。其中百分之三十八的人表示，其企业计划扩大全球研发在海外的分布。

2. 组织人才以应对复杂情况

区域制造和研发设施需要人才。获得并留住合格技术人才，对于全球制造商来说都是一项挑战。但这种挑战在新兴市场尤为艰巨，新兴市场可能缺乏教育基础设施或竞争对手，所以无法供应合适的人才。

克服人才短缺这一挑战，需要有系统、全面的人才管理计划。企业可能需要从其网络中的

其他地方引入有经验的人才，来协助培训和开发新员工。他们可以携手本地行业协会和学术机构，创立适用培训课程，确保提供具有合格基本技能的新员工。例如，波兰东南部的“航空硅谷（Aviation Valley）”就有 100 多家航空企业，占该国航空业的 90%。附近的热舒夫工业大学（Rzeszów University of Technology）已成为该领域的工程师、设计师和技术人员的关键供应商，尤其是能够提供可以运行先进数控机床的合格人才，这种机床在该行业应用十分广泛。

该等集群具有规模扩张和教育培训设施成本缩减的优势。但企业必须确保其员工的价值主张足够强大，以减少人才流失到竞争对手阵营的可能性。

新兴市场的企业也必须要求灵活变通。例如，为满足当地市场的多样化需求，产品可能会使用不同的材料和生产方法，所以该地区的制造企业看起来可能和其他地区的制造企业不同。同时，保持敏捷也至关重要。新兴地区的消费模式可能会极不稳定且变化迅速，因此企业必须快速响应以跟上消费模式的变化。这不仅需要灵活的制造技术（在下文进行讨论），而且还需要灵活的人员配置方式（例如：合理使用合同工和临时工来平衡需求的变化）。

3. 制造敏捷性

企业设计新兴市场的制造系统时，需平衡成本、灵活性和在全球运营中采用标准方法和实践的能力。新兴市场的制造商必须充分利用其生产系统固有的附加敏捷性：低人员成本会促使他们继续采用更多劳动密集型的方法，例如，他们可以根据需求变化对运营商数量和资源配置进行调整。

先进的设计和制造技术也将发挥关键作用。例如，在设计生产设施中，模块化方法可以减少资本支出并提高灵活性，因此，企业可以根据需求快速建立生产，并有效地扩大规模。在生物制药行业，模块化制造工厂使新生产设施在开始建设后 12 个月，能全面投入使用（而传统设施则需要 3 ~ 7 年）。该等工厂节能高效，同时建设成本也较低。

合理的产品设计也有助于企业根据本地需求做出适当调整，在标准化和规模之间实现平衡。如在汽车工业中常见的基于平台或模块的方法，可以使企业在多个市场中使用标准件产品架构，添加或删除功能，或调整直面客户的产品组件，以适应本地市场。平台助力企业保持敏捷性，从而使得根据需求调整最终产品组合变得更加容易。

对于制造商来说，新兴市场已经成为重要的增长源。而想要抓住这一机遇，制造企业在思

考和行动时，不仅需要更加国际化，同时也需要更加本地化。因此，他们需要在一系列领域中进行投资。他们须针对客户各种各

样的需求，进行极其详细的设想。他们必须开发真正意义上的全球人才库。而且他们必须将敏捷性融入到工艺和流程之中，以适应

快速发展和日益多样化的需求。最成功的企业将会把规模和标准化效率与灵活性和洞察力完美结合，以满足客户的多样化需求。

我们生活在数字颠覆的世界

作者：Andreas Behrendt, Shyam Karunakaran, Richard Kelly, and John Nanry

导语：在数字数据的洪流中，企业将会激流勇进还是被冲毁于无形？

数据级正在不断上升。数字化时代已然来临。制造企业现在面临的抉择显而易见：要么利用数据的力量重新定位产品，变革运营速度、效率和灵活性；要么就被利用数据力量的竞争对手淘汰出局。

近年来，制造业的整个价值链中所产生的数字数据，在数量和种类上都有着显著的增长。这些数据直接来自于智能产品、客户、供应商、企业 IT 系统、连接的生产设备，核心制造工艺以及众多外部来源。

然而，汇聚的庞大数据规模让企业无力招架。存储、沟通和分析生产环境中生成的数据，成本高且非常复杂，所以大多数企业只是利用极其微小的一部分数据，来支持运营或在拓展业务时帮助进行决策。

这种情况在发生急剧变化。

传感器、网络硬件、计算能力、数据存储和通信带宽成本都已经大幅下降。由于诸如内存数据库和人工智能技术等取得的发展，数据分析系统的性能得到了提高。云计算系统和标准接口已使得规模化实施强大应用的成本更低、速度更快。无线通信、手持或可穿戴设备使制造业前线或现场的接入更加容易。

这一数据大潮已经全面渗透到制造企业当中，而且数字制造技术在不断降低成本的同时，水平也在不断提升。该双重现实正在重新定义所有数字解决方案的商业案例。

一、推动运营绩效的新视角

为了提升竞争力，制造商需要控制成本，最大限度地提高生产力，并消除错误。数字技术在三个维度得到显著提高，包括在企业的内部以及外部合作伙伴。

1. 最大化生产力

通过让生产人员及时容易地获取工作所需的信息，数字工具正在提高一线生产力。在一家全球航空公司，线束生产线上的员工使用增强现实眼镜来指导组装操作。创新技术将完成每个线束的时间降低了 30%，并将错误率从 6% 降至零。

监控和分析多个机器变量的能力，使企业能够找到以前隐藏的方法来提高其资产的性能、可靠性和能源效率。欧洲一家成熟的专用化学品制造商使用神经网络技术来提高其行业领先的绩效，原材料浪费减少了 20%，且能源成本减少了 15%。

传感器还可以传递机器运行状况的重要信息，例如显示轴承何时需要润滑或是否磨损。因此，企业可以进行预防性维护，减少停机时间，延长资产的使用寿命。

先进的数据分析技术正在帮助企业更好地掌握和控制其生产工艺中难以理解的复杂部分。从

而提高一致性、生产力和质量。一家大型生物制药公司通过采用这些技术，来应对非常不稳定的疫苗产量，从而生产能力得到大幅提高，而不会造成额外的资本支出。

2. 打破企业内外壁垒

在多年以前，企业就开始使用其产品的数字模型来缩短产品设计和开发周期，并提升产品设计和开发质量。现在，这些技术正在扩展到整个生产流程的一体化模型中。这些“数字孪生体”助力企业优化工厂布局，并在任何制造设备到位之前对生产作业进行设计、测试和验证。这尤其与新产品的原型设计密切相关，即专家从产品设计、采购到对新设计的可制造性进行生产测试，以及提前解决质量和生产力的问题。

先进的数字技术带来的思考不会止步于工厂。互联网使企业能够以前所未有的程度在整合自身业务的同时，还可以整合其客户和供应商的业务。例如，一家大型石油企业现在可以从一间控制室，来监控墨西哥湾的所有海上钻井和生产作业。航空航天、采矿和建筑行业的设备制造商使用其产品在生产过程中生成的数据，来判断售后服务和支持活动，并对未来产品系列的设计进行预测。

汽车企业正在利用上游和下

游产生的数据，在前所未有的细节上管理和预测未来需求。通过将供应商活动信息（甚至是供应链的几个更高层级）与社交媒体上消费者的见解相结合，汽车制造商现在可以对客户的消费倾向做出更好的预测。做好这一点可大大缩短交货时间并降低库存成本。

二、更大的灵活性

数字化不仅可以让企业从现有的生产过程中收获更多，同时也正在改变着制造方式。

1. 机器人和自动化

更经济、更强大、更高度集成的机器人和自动化系统，意味着现在很多工作可以由机器代替人工来完成。从而使一些制造活动更接近客户，同时重塑位于低成本地区的制造业。中国的制造业建立在廉价劳动力可随时供应的基础上，因此预计到2018年，中国工业机器人数量将达到世界总量的三分之一。

企业在应用机器人系统方面也有更多选择余地。极高的自动化程度越来越受到制造企业的青睐，通过数百台机器人和少数操作员来运营“熄灯”工厂，同时，开发新的安全技术意味着机器人也可以部署在生产线上，与人类操作员并肩作战。

2. 生产敏捷性

先进的数字制造系统也改变着生产系统的敏捷性。曾经硬件连接到机器或由操作员手动设置的操作特性，现在可以随意进行数字编码并进行调整。

对制造商的影响十分深远。生产线可以不断调整速度，以适应不断变化的客户需求。多种产品无需手动更换工具，可以任意顺序经过相同的生产线。产品可以及时定制，以满足用户的特定需求。一家食品企业开发了一个在线配置程序，允许客户对其包装进行个性化设计。该技术使得在服务用户中的销售额提高了20%。

3. 3D 打印

在传统的大批量制造技术中，部件的最终几何形状由用于成形的模具形状来决定。一些先进的制造技术甚至可以将这些信息从物理领域转移到数字领域。增材制造系统曾经只用于原型设计和极小批量的生产，而现在正用于生产成百上千的独特产品。例如，3D打印机已被用于制造80000多个钛金属髋关节植入物。汽车制造商已将3D打印技术用于赛车运动，以及生产停产车型的备件。现在许多企业正在研究该技术在批量生产中的应用，以尽可能确认变量，从而节省大量的物流成本。

3D打印技术也使制造商创造

出根本无法使用传统技术制造出来的产品。例如，在制药领域，研究人员正在使用该系统进行实验，以生产出一种具有特定形状的药物，该形状可以对给药进行微调，以便满足特定患者的需求。

三、颠覆性的商机

数字技术正在为制造商创造全新的商机和挑战。数字化正在多个行业消除传统的进入壁垒，从而能够开发出全新类别的产品，为客户提供多样化选择。

汽车行业的当前趋势，展现了该影响带来的颠覆作用的潜在

规模。软件在汽车中的重要性日益突显，为新的竞争对手进入行业创造了机遇——例如谷歌，基于自身数字优势创造了新产品。其他新入行的企业正在彻底改变商业模式，例如打车服务行业的巨头滴滴出行和优步，让顾客使用移动服务。成熟的汽车制造商正急于跟上这种快速变化的形势，加大在数字空间的内部研发力度，并大量收购和投资拥有自动驾驶或移动服务优势的公司。

同时，在传统的制造企业中，数字技术正在为新型产品和新价值主张创造机会。例如，电机、轴承和其它制造工艺基础构件的

制造商，通过集成智能传感器和监控技术，帮助客户降低能源成本、减少故障时间并延长产品使用寿命。除了硬件外，许多制造商还纷纷提供专业技术，用于监控、分析和解读结果数据，这种转变可带来持续的服务收入，也有助于与客户建立更密切的战略合作关系。

当下数字数据洪流正在彻底改变制造业的局面。虽然历史发展的趋势就是过时的领域会被淘汰出局，新的领域会出现。但我们仍希望在这个动荡的时代，它们能帮助您的企业克服挑战并抓住机遇。

同一首歌，不同的节奏

作者：David Beaumont, Joël Thibert, and Jonathan Tilley

导语：对制造商来说，转型已经不是什么新鲜事了，但是持续的转型还是相当少见。当今时代的快节奏使其更难实现，这就需要利用不同的转型方法。

现在制造产品的基本原理与以往一样。首先，制造具有可观价值的产品，客户乐意以高于生产成本的价格购买。其次，在不断降低生产成本的同时，为客户保留甚至提高价值。逐渐形成良性循环。

当然，说起来容易做起来难，尤其是久而久之，企业可能

会对客户价值产生误解，所以高度精制、高质量的产品，反而很少有客户会关注，从而难以获得好的经济成果。或者说产品正是就是客户想要的产品，但企业却未能适时或以正确的方式交付该产品。

正是为了避免出现这种结果，企业才会聘请领导者和管理者，并根据持续改进实践投资于自身转型。尽管我们已经加深了对该等实践的作用方式的理解，但其也并没有什么变化。协助完成工作的技术系统有：端到端过

程诊断、工作分配系统和全面质量测量。管理基础设施确保领导者花时间查看工作进度，不断评估绩效和采取合理措施，并确保问题的提出和解决。最后，还有能帮助人们提高工作效率的思维模式和行为，以及培训、能力建设和反馈周期。

所以唱得都是同一首歌。但可惜，结局也是一样的结局，变化越来越小，最初的乐观也逐渐转为失望。2015年的一项调查显示，只有26%的高管使企业成功转型。而实际上，与著名的结

论“十分之三转型失败”相比，这一数字减少了，该结论是由哈佛商学院教授约翰·科特（John Kotter，现已退休）在20多年前出版的。

是什么改变了呢？是节奏。新的技术、新的客户期望以及新的竞争来源——通常来自于三五年前还未出现的竞争企业，其采用全新的商业模式——使得企业的反应时间越来越少。他们不仅要做出改变，而且要快、准、狠，同时保证更高的成功率。

一、变化的速度加快了

制造商习惯做出改变：幸存的企业反复进行改造。随着经济腾飞，他们适应了激增的需求，采用了精益管理等生产创新，并建立新型全球网络以利用规模经济和范围经济。

但是这些改变需要多年时间，有时甚至是一代人的时间，才能落实下来。而这对于数字技术来说实在太慢了。从而想到了以下的鲜明对比：汽车平台的基本架构可能数十年基本保持不变，而手机操作系统不是几周则是每隔几个月就会更新。

这就是特斯拉汽车在追求的速度，其车辆软件每年更新多次，每次带来新功能。而这种演变只是新数字局面下的冰山一角，正在所到之处颠覆价值链。即使在

竞争还不明显的领域，技术也在迅速改变着客户期望，就算是高绩效企业也难以跟上这个速度。

因此，制造商必须重新思考业务开展方式的各个方面：从客户需求和产品设计方式，到组件的采购来源，到制造方法的选择，再到产品的销售和保养方式。就好像制造商过去做出的所有改变，同时又在重新上演。并且每一步都要受到严格监控，维权股东要求采取有效的行动，并对引入新的领导力以实现目的表现出高涨的热情。

1. 提及改变，到底要改变什么？

鉴于历史上的转型鲜有成功，制造商至少必须深入了解转型。制造商必须首先要明白传统方法不再适用的原因。

我们与客户的合作显现了三大问题。首先，是倾向于把重点放在支持转型的工具上，而不是放在用工具来强化的核心训练上。其次，差距集中于领导力，经常证明不足以支持转型需求；最后一个问题，很可能也是最重要的一个问题，因为转型往往被认为是具有明确时间线（包括开始时间和结束时间）的计划。

换句话说，转型失败是因为领导者和管理者误解了“持续改进”的真正含义。它意味着改进周期永远不会结束，反而成为企业运营之道的核心。

二、替代方案具备的要素

替代方案包括四大要求。首先，要有雄心壮志，要将重点放在具有一定可信度的可量化想法上，且该等想法可迅速影响账本底线；其次，要有严格的程序，对转型中的所有举措和项目进行管理；第三，要更加协调，领导者在设定企业发展方向时要协调一致，而且领导着和企业其他成员之间要协调一致，确保将企业发展方向转化为可以为之努力的切实目标；最后，还有速度的问题。一旦设定了想法并对风险进行了高度评估，必须及时对偏差进行验证，并按需及时调整，而非固执地一味追求完美。

1. 没有攀不上的高山：抱负触发灵感

转型实现的目标很少能超越领导者制定的目标——在通常规避风险的业务环境中更是如此。这就是为什么设立远大的目标如此关键。领导者和管理者少说多做的本能是如此强大，只有来自顶层最强烈的信号才能改变他们。

而且，在实际情况中，高的目标确实很难实现，通常要求领导者指导数百甚至数千个行动，直至全部完成。然而，从数个制造商的经验来看，如果领导者为高流失率制订了计划，那么企业

目标就有可能实现。最近对高风险转型的分析发现，从初始创意阶段到最终收益计算，方案的价值平均会减少约 70%。因此，为了达到既定目标，企业需要制定一套方案，其估计价值至少是目标价值的三倍。

这在初始阶段可能不太现实。相反，领导者将可能需要计划定期“回井（回归可信赖的资源）”，以寻求更多机会。例如，消费品企业设定了近五亿美元的储蓄目标，在第一年不得不多次回井，以便能成功实现目标。

2. 坚如磐石：设立严谨结构，持续改进

当然，实现一个初始目

标——即使是非常宏大的目标——也只是“改进”。同样重要的是，随着时间的推移，更重要的是“持续”。这需要严苛实施，需要整合过程和工具，以不断加强企业寻求更好出路的文化氛围。

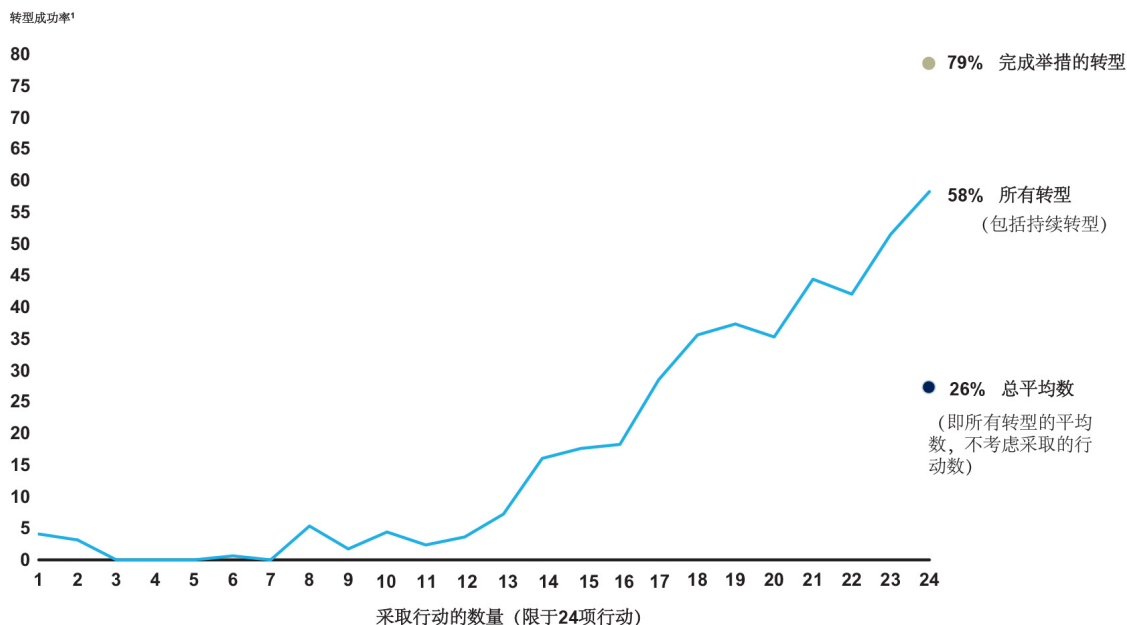
部分该等基础设施是在企业实现初始目标的过程中建立起来的。在 2015 年发布的一项高级管理人员调查中，询问了 24 个帮助企业转型的实际行动，涵盖从高级管理人员对转型进展的见解，到员工能力建设计划等各个方面。该调查的重要发现是，企业采取的行动越多，其转型成功的概率就越大（见图 1）。

更具体地说，成功转型的企业，就是那些提前为持续改进

制订计划的企业。在这些企业中，员工明白自己的工作与企业整体目标之间的关系，每个人都积极地发现错误和缺陷，系统地分享最佳实践并不断改进，企业积极培养职工，所有成员都为实现目标而全力以赴（见图 2）。

但是一旦最有力度的转型期结束，进度就会放缓。俗话说得好，低垂的水果易采摘，小的目标容易实现，这也就是说进一步的改进机会更加难以发现和实现。领导者可能倾向用更多时间用于问题解决、培训或最佳实践的总结，以期实现短期目标。出人意料的是：我们所做的改变只是暂时性的。现在情况正在反弹。不久之后，企业绩效也会如

企业中追求特定数量行动的受访者百分比（n = 1713）



1 报告转型成功的受访者表示，他们最熟悉的转型在提升业绩和助力企业持续改善方面都非常成功。

图 1 企业采取严谨的转型方法并采取更多行动时，总体成功率显著提高

此——反弹到转型前的水平，甚至更低的水平。

避免这种恶性循环需要企业坚持多个相互联系的原则。例如，在一家大型国有企业中，绩效指标现在不仅关注人们的成就，而且还关注他们的完成方式——是否很好地落实了企业的新型工作方法。以错误方式取得的优秀成绩于个人职业发展无益。

其他企业，例如拥有 10 万以上员工的食品制造商，已经采用了基于平板电脑的易用工具，为领导者和管理人员的工作提供指导，以便他们可以在晨会上分

析数据以提出好的问题，并确保下午完成他们的过程确认会议。

另外，一位金融机构的高级主管将最新视频发送给所有员工，该等员工共享他的日历，并当浪费资源的会议取消时一起庆祝。

3. 每天调整、激励和提升领导能力

2015 年的调查证实了许多领导者的直觉：转型必须集中力量帮助人们改变。例如，沟通至关重要。在转型中，如果高层领导者在日常工作中公开交流进步、成功和对个人的影响，其成功率

是很少甚至零沟通的转型的约四到八倍（见图 3）。

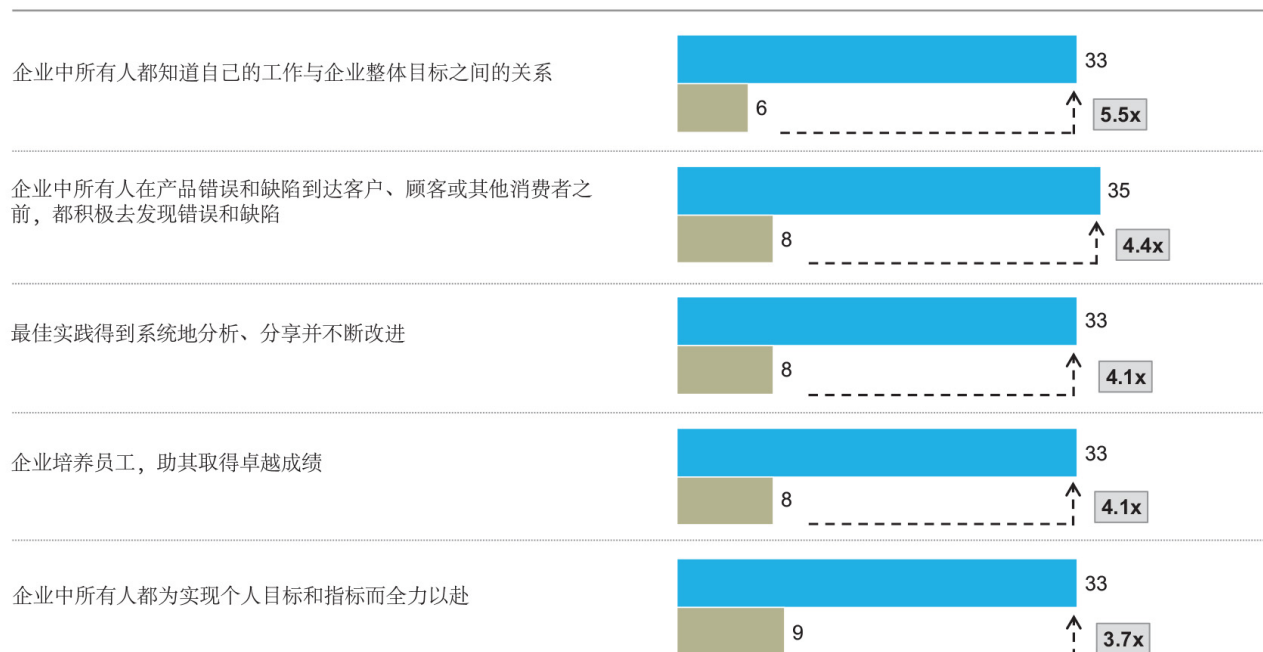
因此，领导者至关重要，且不仅仅是在官方交流上。至少他们的日常工作如下：如以身作则，负责发展团队，甚至仅仅是用足够时间进行极有利成功的转型（图 4）。

另一方面，领导者不是简单露个面就足够了。2016 年对 1600 多家转型企业的一项调查显示，即使在转型失败的情况下，超过一半的首席执行官都有积极参与或至少有所参与——这表明首席执行官的角色虽然不可或缺，但还远远不够。事实证明，转型成功与否，第一线

受访者 (%)¹

转型成功率²

■ 同意（有点同意或完全同意）对企业转型的描述
■ 不同意（有点不同意或坚决不同意）对企业转型的描述



¹ 未显示回答“不知道/不适用”的受访者。

² 汇报“成功”并说他们最熟悉的转型在提升绩效和助力企业持续改进方面都非常成功的受访者。

图 2 企业转型后计划进行持续改进时，总体成功率也在增加

受访者 (%)¹

转型成功率²

同意 (有点同意或完全同意) 对企业转型的描述

不同意 (有点不同意或坚决不同意) 对企业转型的描述

高级管理团队就转型的进展和成就在整个企业内进行公开交流



高级管理团队就转型对个人日常工作的影响在整个企业内进行公开交流



领导者利用相关转型故事使企业团结一心实现转型目标



1 未显示回答“不知道/不适用”的受访者。

2 汇报“成功”并说他们最熟悉的转型在提升绩效和助力企业持续改进方面都非常成功的受访者。

图3 沟通——尤其是关于进步的沟通——是与成功最密切相关的行动

受访者 (%)¹

转型成功率²

同意 (有点同意或完全同意) 对企业转型的描述

不同意 (有点不同意或坚决不同意) 对企业转型的描述

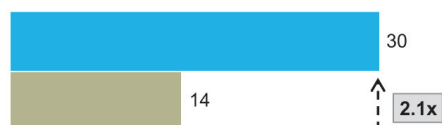
要求员工做出改变的领导做出了表率



管理人员明白他们的主要职责是领导和发展他们的团队



高层领导者和行动领导者将一半以上的工作时间用于企业转型³



1 未显示回答“不知道/不适用”的受访者。

2 汇报“成功”并说他们最熟悉的转型在提升绩效和助力企业持续改进方面都非常成功的受访者。

3 对自称是负责转型行动的高级领导或普通领导的受访者就24项行动还提问了一个独立的问题，即他们在行动上投入了多少时间。

图4 当企业领导者积极参与时转型更有可能获得成功。

的参与情况比首席执行官的参与更为关键。在成功的转型中，73%的受访者在报告中明确提到了一线员工的参与，而在失败的转型中只有46%。尽管第一线参与转型殊为不易，但事实证明：所有受访者中，最不可能报告转型成功的是生产线管理人员和一线员工（见图5）。

4. 坚持到底：平衡速度和纪律

今年年初的研究表明：紧跟时代步伐是高风险转型成功的关键。

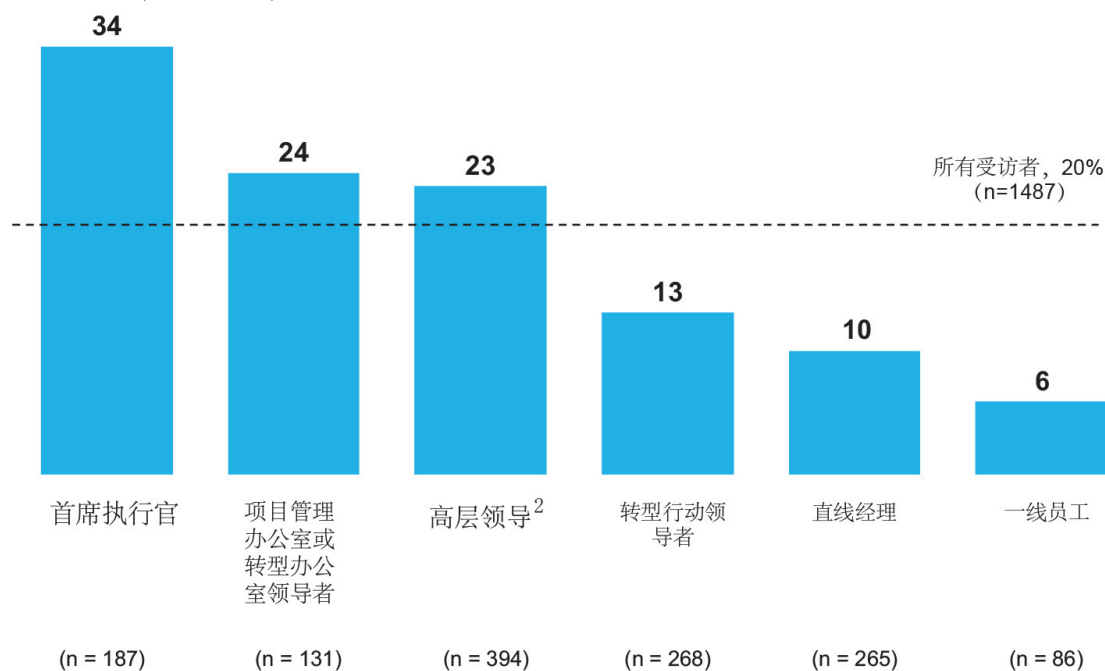
领导者严格坚持每周进行检查，以便监督进程。每一项举措都通过了一系列明确的阶段性关卡，措施的实施与里程碑评审的计划相协调。找到设定里程碑评审的适当平衡至关重要：太多冒着风险的微观管理倡议业主，花费了太多时间准备里程碑评估；然而，太少则意味着业主可能不会发现问题，直到领导人提供支持为时已晚。

折中的方法是每周开会一次。即使是在里程碑评审之间，

也希望每一项举措每周至少能取得一些进展，业主将在会议上对此做简要报告。这样就鼓励业主能在问题刚出现且还比较容易解决的时候，去讨论潜在问题的迹象。

最后，那些能够根据消费者需求调整技术系统、利用其管理基础设施来推动自上而下及自下而上的创新、动员全体员工实现共同业务目标的企业，将是最后的赢家。

受访者报告成功转型，按照职位，%¹



¹ 根据受访者所言，成功的转型指的是在优化企业绩效并推动企业实现持续长期绩效两方面都非常或完全成功的转型。

² 包括首席人力资源管理人员

图5 在所有职位中，最不可能报告转型成功的是生产线管理人员和一线员工

III. 现代视野

制造业网络战略应对世界前所未有的变化

作者: Tony Gambell, Parag Patel, and Anand Shekha

导语:二十年前的一本畅销书竟然与当今制造业的发展问题密切相关。

在最畅销的励志商业书籍《谁动了我的奶酪?》(Who Moved My Cheese?)中,斯宾塞·约翰逊(Spencer Johnson)博士描述了生活在迷宫中寻找奶酪的两只老鼠和两个人。约翰逊通过一系列寓言情景,阐述了一些关于变化的真理,并且针对管理者如何将企业心理学和变化联系起来提出了建议。我们相信这样的原则同样适用于制造业网络战略。

至少半个世纪以来,各企业已经根据相对稳定的假设,制订了制造业网络战略,通常时间范围横跨数十年。尽管投资传统网站的决策很重要,但通常也很直接。优化到岸成本是主要目标,寻求低成本国家的套利机会促进了大部分的网路变化。

今天,相同的经济原则仍然指导着决策,并且是大多数制造业高管的头等大事;然而,许多额外因素的出现使得决策更为复杂。企业不仅需要推动成本优

化,而且还要处理好以下问题:成熟市场经济增长放缓、要素成本不断上涨、全球监管和关税波动,以及颠覆性技术等。启发和算法只提供了一个基准答案,企业必须在此基础上制订战略替代方案。

世界正在发生着巨大变化,因此我们观察制造业网络战略的视角也必须随之变化。约翰逊博士书中概述的改变原则为引导这一转变提供了框架。

一、改变在发生

企业通过制造业网络战略,旨在建立一个工厂网路,通过提供最低成本、最高质量的产品,满足生产周期在服务水平上的要求,来为客户提供最好的服务,同时完成企业自身的目标。这通常包括最小化到岸成本,为股东带来最大的经济回报;为员工提供明确目标和保障;并确保与网路设计任何变化(如合并、过渡和投资)有关的合理固定成本。而且,企业要在对抗竞争威胁的同时完成这些目标。

在优化这些目标时,企业通常假定决策因素会在合理的时间内“冻结”,通常是三到五年。在高度资本密集型行业,需要的时间可能会更长:化工企业乙烯裂解装置的投资时间通常为10到15年。而相反,服装制造商可能会每两到三年就会迁厂。

如今,消费者需求、要素成本和工厂经济都在发生变化,而且比大多数高管预期的要快。此外,他们承诺以我们无法完全预料的更多方式进行改变。

二、预测变化

过去,需求的不确定性,是制造业网络战略必须适应的最不可预测的因素。时至今日,这仍然很重要,但是现在的变化来自许多同时在“移动奶酪”的其他来源:从设备的技术进步到激发创新的数字和分析技术。新加入的企业,可能是来自行业外的颠覆者,在不断寻找落后企业的破绽。此外,政府在考虑或实施税收、贸易和劳工政策的变革。我们来探讨一下这些变化。

技术。数字和分析的应用越来越多，已经在提高着制造业的生产力、效率和效力。物联网（IoT）和大数据分析不仅提高了响应能力，还改善了结果，如使用高级分析来优化输入参数，增长效果显著。数字进步和更好的人机界面将提高解决问题的能力、员工培训的效果以及绩效的整体可视性。同时，较低的自动化成本从根本上正在改变人们对制造业应用自动化的时间和方式的认识。

设备使用和设计的变革也提高了生产力。例如，增材制造（或3D打印）可以在特定应用领域（如备件制造）加强本地化。在生产线上安装传感器将获得更多的数据，通过更好的预测性维护，来增加设备的正常运行时间。

新进入企业。带来颠覆性的还有创新型企业，其通常不在现有行业之中，且已整装待发以充分利用好技术趋势。最近的例子包括：亚马逊进军实体零售店业务，弹出式商店可提供更高效的购物体验；IBM推出沃森健康（IBM Watson Health）项目，开始涉足医疗保健技术；以及优步（Uber）推出了“UberEats”服务，进军送餐领域。

政府政策。最后，政府正在密切关注各种措施，该等措施可能会颠覆支撑制造业网络决策的长期以来毋庸置疑的正统说法。

预计企业税收结构受到的冲击最大，可能对制造商造成巨大影响。此外，全球贸易中的重大政策变化正在影响制造企业的观念，其决策更为公开——但也因此受到更多限制。针对最低薪资和员工流动等问题的新的监管规定，使战略规划更为艰难。

三、监控变化

现在你可能已经接受改变迫在眉睫的事实，必须提前预料，但问题是你能预测到一切吗？答案是否定的。在充满变数的世界里，制造商必须将与其业务息息相关的因素隔离开来，并更注重结果的成本敏感性。

这就意味着要密切关注网络优化方案的敏感性，并理解不同因素之间的相互影响以及对结果的影响。对于一些企业来说，管理资本强度是重中之重。而对于其他企业而言，高素质人才的可用性或相对要素成本波动则最为重要。

一家消费品企业的制造经济对人工成本最为敏感。鉴于预期的市场结构，该企业可以在两个国家进行生产。最后，两个供应国家之间的相对要素成本波动比供应国家和需求市场之间的成本敏感性要重要得多。这助力企业做出战略选择，在两个来源地之间调整生产量，并每次都能识别劳动力成本套利。

传统上，网络审查由重大的战略行动或事件（如分拆或收购）引起，或作为四到五年战略审查的一部分来进行。越来越多的企业每年都会审查其网络观念。最后，企业仍需下注并承担预期风险，但随着下注频率的增加，企业能够更好地抑制波动。

四、快速适应变化，及时做出改变

考虑到当今世界发生的变化天翻地覆，只有思变且快速适应变化的制造商才能抢占先机，包括知名度、收入增长或政府支持。而且，诸如先进制造技术和新数字能力等许多变革力量，正建立起新型人才库，率先做出改变的企业才能吸引更多人才。

最重要的是，快速利用变化的能力助力企业挖掘价值新来源，从而提高其账本底线。新的要素成本机会将不断涌现，也会有更多的微集群提供顶级专业技术，如深圳或特拉维夫的高科技，以及波士顿的生物技术。低成本天然气正在推动北美下游石化生产的蓬勃发展，预计到2019年，乙烯产能将增加700万吨。

虽然传统上制造业并非由技术创新来驱动，但现在许多企业正通过策略投资来培养创新。例如，强生公司的杨森制药业务已表明，到本世纪20年代中期，其70%的产品将通过连续生产来

制造。要想实现该等目标，需要新的组织能力和基础设施来支持创新，其中许多企业设立首席数字官或者分析与数字负责人等职位。

五、享受变化

即使制造业确定了采取的措施和行动思维，还必须考虑管理人员如何激励员工以最快的响应速度去拥抱（甚至享受）这一轮变化。

1. 回顾历史

经过彻底改造的企业已获利颇丰，但也有大量企业没有适应变化，最终被淘汰出局。百视达（Blockbuster Entertainment）曾是美国最大的视频租赁公司，面对竞争响应过慢，尤其来自新兴视频点播服务的竞争，结果在企业发展达到顶峰之后不到十年就破产了。相比之下，百视达的竞争对手Netflix则从基于邮件的DVD租赁向视频点播转型，凭借自身能力成为一家内容提供商。

同样，丰田也是适应汽车制造变革的绝佳案例，从创建生产系统（今天众多精益管理的基础）到扩展全球生产，再到其早期致力于整合动力系统，都在适应变化。炼油厂提升了应对复杂性的固有能力和生产转移能力，使生产能力转移到利润最大的产品上，并鼓励持续成

本优化。

除了制定长期战略，坚持快速变革这一观念的企业经历着刺激的进程，就像一个人剧烈运动时一样。有实力的员工会觉得挑战适当，并受晋升机会驱动，聚焦于外部，观察变化对客户和竞争对手的影响，而不是陷入考虑自己而停滞不前。

2. 做出改变

作为一个实际问题，领导者和管理者必须采取几个步骤，以帮助企业把变革作为前进的力量来积极面对。首先，他们必须有一个令人信服的变革故事——这个正能量的故事不仅表明转型是绝对必要的，而且也是可以实现，以企业内部或至少是行业内的成功变革作为引导的示例。其次，他们必须传播和传达这个故事，通过高层和中层领导的层层沟通，传达给关键的影响者（包括风险规避者和更愿意接受改变的人）。奖励和认可渴望踏上转型之旅的团队成员，有助于企业其他成员一起实现这一目标。最后，对于领导者，通过大胆冒险、鼓励外部导向以及交流变化及其影响来率先实施拥抱变化的新理念是至关重要的。

总而言之，这些步骤可以让管理者成功完成企业转型，使其精益敏捷，不仅能够应对变化，而且还能享受变化带来的挑战。

六、拥抱并再次享受快速变化

当今时代不确定性增加，领导者需要保持多种选择来应对不断变化的条件。可在网络设计和实施路线图中构建更多选择。

为了满足缩短交付周期的期望，企业必须设计制造网络，以满足不同的交付周期要求，优化短期内的效率，并提高长期内的灵活性。

1. 设计敏捷性

为了缩短交货周期而不增加成本，制造商可以使用以下三个潜在杠杆。

分配的后期差异化。尽管可能需要更高的库存，但建立一个更稳健的交付基础设施，比如与网上零售商建立合作关系，有助于推动后期差异化。但企业必须注意，合作伙伴很可能成为新的竞争对手。

供应链本地化。制造商可通过建立区域内供应链，同时提供来自区域外的备用方案，来缩短端到端的交付周期。

多功能网站。许多工厂自成一体，只能在单一的能力下生产有限的产品。该方法是基于以运营为中心的规模经济观点，即规模经济下总会降低成本。和炼油厂一样，具有多种（甚至是冗余）能力的工厂，可以在网络结构中建立更多的选择性，并适应生产计划的变化，而无需额外投资。

2. 敏捷实施

实施路线图应该包括多个阶段，这样企业就可以巧妙地控制多种不确定性来源。

定义明确的里程碑和触发点。随着关税和相关贸易法规中不确定性的出现，仅与政府（即使是定期）接洽已经不够了。制造商还必须将情景规划纳入到实施路线图中，针对不确定因素的所有可能的解决方案，定义明确的里程碑和触发点。制定明确的替代方案，有助于企业在广泛的成果范围内，实现其整体战略业务目标，包括成本目标。

拥抱颠覆性变革。制造商也应积极拥抱技术企业及其合作伙伴推行的颠覆性变革。例如，汽车企业正在与技术企业展开合作，共同开发无人驾驶汽车。企业面对颠覆性制造技术，可在有限的基础上与外部技术专家合

作，以降低风险。

试点项目是了解颠覆性战略的有效方式，并将重大决策分解为风险较低的较小的举措。一家大型工业设备制造商实施了一套基于物联网的新流程，可将现场使用中出现的质量问题直接反馈给设计和生产流程。该制造商没有在市场上小型颠覆性供应商提供的技术上下赌注，而是决定在一个场地测试该新技术并评估其对销售的影响。如果收入低于预期，那就关闭项目，把损失降到最低。

另一个敏捷战略是要对收购科技创业公司持开放态度。一些公司现在正寻求收购新的制造技术，但仅限于成熟的制造技术，这意味着规模较小的初创企业将会承担更大的风险。

七、对制造网络战略有什么影响？

在考虑制造网络战略时，企业应假设当今全球经济变化的步伐在不断加快。企业必须从“制造网络战略是每五到十年进行的一次的智力活动”的落后思维中走出来。相反，他们现在必须不断评估自己的资产基础，并确定是否实现最佳定位以实现经济回报的最大化。

制造商必须从传统思维、呆板和单面的落地成本经济的束缚中解放出来。摆脱这些限制，他们可以制定多种网络方案，不仅能针对当今的现实情况进行优化，而且还可以为处理未来的不确定性提供选择。

我们用约翰逊博士书中的警告语来作为结尾：“如果你不改变，就会永远消失”。但如果采取正确的举措，制造商就可以和环境共同进化，并且发展壮大。

物联网如何重塑未来的生产系统

作者：Vineet Gupta and Rainer Ulrich

导语：海量的数据，无处不在的连接和实时通信正在改变企业工作方式。对于领导者，这种转变的意义远大于机器更新。

数十年来，许多世界顶级企业都将制造系统作为保持竞争优势唯一来源（请参阅下页“什么是生产系统？”）。但是这样的

系统不仅强调以高速、高效的制造流程和稳定的高质量更好完成目标。丹纳赫或丰田这样的企业脱颖而出就在于它们能持续改善绩效，并且速度让竞争对手望尘莫及。

强大的生产系统还有许多其他方面的益处，使企业在制订绩

效目标时，更加清晰和精确。例如，在工厂间直接比较，并鼓励内部竞争。在这一系统下，企业分享共同的文化和词汇和工具，不但大大减少了不必要的混淆和误解，还有助于企业内部自由分享最佳实践。提高现有员工的技能，为新员工创造优越的工作环

境，企业能充分发挥每位员工的聪明才智。

最好的生产系统简单明了，结构完整，基于企业自身优势和挑战而建立。但这需要企业深刻把握自身，不仅要明确自身的目标，还要明确实现目标所需的方法、资源和能力。归根结底，一个好的生产系统一定是独一无二的、量身定制，难以被竞争对手复制的。

今天，即使最成功的企业依然有很大的上升空间。技术驱动下，机会来源于数据——特别是新一代网络连接设备（物联网）所产生的大量流程和性能数据。为抓住机遇，企业必须重新审视和评估曾经的成功流程和原则。

什么是生产系统？

生产系统：确定企业如何运营并持续提高绩效的一套要素和指导原则

这种系统的要素包括员工能力和激励机制，以及企业上报系统，记录在册的改进方法、工具、企业和文化。

指导原则是对方法和工具的应用和人们行为的期望。

运营包括业务中的所有流程（不仅仅是生产），还包括销售、产品开发和管理的。

持续改进包括制定宏大的生产力、质量和交付周期的年度目标而获得盈利。

生产系统如企业的指南针、舵柄和船桨，它制定绩效目标，

指导日常安排，深化运营能力，并持续优化。

一、物联网影响的四个维度

随着物联网技术出现，以及数字化工具在现代企业不断普及，支持运营能力、沟通能力、分析能力、决策能力等，虽然不会改变生产系统的基本目标，但会改变生产系统的基础和运行方式。其主要在四个方面具有提升作用：

- 连接；
- 速度；
- 可用性；
- “稳固性”。

1. 连接

传统生产系统有一系列独立工具，这些工具通过应用规则被僵硬而松散地联系在一起。通常，这些规则多出现在纸质文档或企业内部网站上。未来，这种联系将更加紧密，自动化更高。快速的数字连接将使整个系统融为一体，统一运行。

整合将以两种方式改变生产系统。首先，绩效测评和管理将基于精确的数据。传感器将监控整个生产流程，从进料检验到生产，再到最终检验和装运。企业会将这些传感器输出数据以及来自其他内部来源和外部数据（供应商规格、质量指标、天气和市

场趋势）的大量附加数据存储在单一的中央数据湖。所有这些数据集合在一起，以制定生产系统目标，并对绩效进行实时监测，从而使员工能一目了然系统是否运行正常。

其次，连接性使决策制定更实事求是。获取全面、最新的生产信息以及完整的历史图片，带来改变和改进的猜想。随着数据收集和上报日益自动化，前线运营商和管理人员将在解决问题和改进流程方面作用更大。解决根源性问题更加容易：有先进的分析技术，员工能对质量问题或设备故障之前操作条件的改变加以鉴别。此外，信息存储其他类似问题的解决方法也提供了借鉴。

2. 速度

有必要重新思考目前的生产系统。虽然生产系统的目标通过强调纪律、标准和首次正确做法来最大限度提高响应速度，但事实却不尽人意。手动测评和管理意味着企业完成转型和引入数据之前会白白流失大部分的改进机会。

随着全面实时的数据收集和分析，生产系统响应速度得到极大提升。违反标准可能立即被标记和处理。生产程序一旦偏离标准，会立刻提示采取行动，并且造成偏离的根本原因也会被快速识别出来并尽快找出一切可能的解决方案，进而大大加快整个改

善周期。

日常运营管理不仅会更加迅速，能力建设也是如此。这都有赖针对各个员工的情况制定的个性化线上培训包。最后，物联网技术将加速生产系统本身改进速度——例如，自动识别工厂间绩效差距，或者一旦出现新的最佳实践，在企业上下立刻自动更新流程（参见右侧“未来的生产系统变革”）。

3. 可访问性

未来生产系统将不仅限于整合后端数据存储。企业各个级别员工都将通过单一应用程序或门户获取各自所需的工具和数据。该门户将成为企业进入系统动态元素的窗口——尤其是落实到分钟的绩效数据——以及更多静态信息，如标准、改进工具和历史信息。

这些门户网站具有可响应的定制界面，确保员工在最短的时间内准确获得所需的信息和工具，简化并加速生产系统的运行。例如，如果它识别出生产线异常，它将向小组组长发出警告，显示该流程的当前数据和历史数据，在解决根源性问题的同时，一并提供许多类似情况的解决方案。

使用安全和严格控制的界面，生产系统门户也可在企业外进行访问：它可以使供应商追踪材料中的消费和质量情况，例如外部专家通过对当前和历史绩效

进行审查，以便发现改进机会。利用在线支持和预测分析工具，设备制造商可持续对其进行远程操作、监控和维护。该门户网站甚至能为企业自动比对其他设备制造商的绩效。

未来的生产系统变革

高度集成的数字化生产系统不仅不同于今天的工作方式，而且其构建方式也不一样。新技术将对各企业生产系统的前进历程中采取的每一必要措施影响重大。

■准备和诊断。今天，要全面了解当前绩效需要企业大费周折：收集不同来源数据，与经理和团队领导讨论问题和挑战，然后诊断改进机会和能力差距。未来，理解生产系统当前性能所需数据将更易获取，而且通常是远程。自动分析系统可更快速地分析这些数据，从而使决策更具前瞻性和针对性，剔除影响生产性能的微小因素，从湿度变化到个体经营者的行为。

■设计和计划。虽然诊断更容易，但未来生产系统的设计可能要求更高。消除浪费、改进材料和信息流动仍然是当今关注的重点。但是，企业也必须考虑一系列新的机会和要求，如新型传感器和信息源整合，新生产技术潜力（从3D打印到增强现实系统）以及新数字基础设施设计。并且在当前，几乎没有企业完成这一步，企业鲜有先例可循。

虽然将设计变成明确的变更计划可能会相对容易，但是新一代设计工具将使这一进程实现自动化，定义必要步骤，并根据可用资源和技能确定最佳顺序和时间。

■实施和维护。正如在设计 and 规划阶段，早期实施阶段的巨大努力并非徒劳无功，因为在灵活性、性能、速度和可持续性方面的巨大进步都将是对这一巨大努力的丰厚回馈。人们仍然必须对生产线和其他设施进行大部分的物理改造，数字化绩效监控和管理工具初期引进将比人工系统更为复杂（参见下页“人为因素”）。

但是，一旦基本要素到位，数字系统的响应能力和适应能力就会自动形成。实时数据使用将使流程更加快速简单地稳定流程。自动优化系统能调整生产顺序和速度，帮助平衡生产线，使生产更符合客户需求。企业对系统进行改进和微调时，易改进和提升数字化性能管理工具和标准。数字化工具和自动化工作流程有助于管理人员和前线团队解决生产线的根本问题。专为管理人员和变革先驱打造的数字培训工具和数字培训计划更能发挥数字系统的便捷性和个性化优势。

数字化工具还将实时调整目标和追踪进度不断精简浓缩活动，并在必要时，自动将问题汇报给相关人员。通过自动识别不

同计划之间的互动和潜在冲突并推荐解决方案，也有助于更好提升对复杂变更的管理。

最终，由于数字化工具快速灵活，制造业转型将加快规划；鉴于这些工具与所有员工目标一致，所以实施更快；鉴于改进绩效的潜在驱动因素使人们能对其一目了然，并以结构化的方式加以处理，所以功能更强大。

人为因素

在未来的生产系统中，许多目前人工职位依然不能被取代，但是这些职位的性质将会改变，如下文：

随着低端任务不断被自动化，以及先进设备对高端人才需求不断扩大，运营商需具备新的能力。因为低技能任务自动化，日益复杂的设备需要熟练的人员来运行。虽然前线员工有望获得更多支持，可是，由于工作落实和安排始终都从实际出发，当问题出现时，培训紧扣各位员工的实际需要，并且无论发生任何问题，他们都将第一时间获得更正建议。

管理人员和主管将在日常绩效追踪和上报上花费更少时间，将更多时间用于培养团队并探寻第一手提升机会。

变革先驱今天仍将承担起重要和多样的角色：识别并解决问题（包括机器问题和人工问题），开发和实施解决方案，能力建设，以及改变广大员工的思维方式。

具有分析复杂问题数据能力的生产系统在未来会得到一定程度的提升，但其他能力，比如以重大变革引导同僚所需的能力，随着大多数企业转型需要，将更为重要。

4. 固定性

我们预测，物联网和数字技术最强大的影响之一就是：生产系统深深根植于企业灵魂中。这将助力企业攻克横亘在当今许多企业面前的最重大的挑战：不断变革，使企业持续提升。

要维持下去，需以几种方式。首先，统一的数据、界面和工具集不仅有助于强制执行标准，而且能确保正确的行事方式最行之有效。如果最佳设置只是摁一个按钮，那么工作人员不需要临时制定计划或重新设置设备。

其次，未来的生产系统有助于企业更有效积极开展合作。绩效端对端将打破职能间的障碍，确保决策符合企业整体利益。信息交流和共享将显著提升，因为中央知识中心和社交媒体工具将使不同地区员工得到跨区协助、意见和专业知识。

最后，未来的生产系统将大大提升绩效可视性：例如，整个领导层都能看到运营绩效与盈利能力之间的直接联系时，生产系统将不再仅是首席运营官关心的问题。电脑、移动设备，甚至智能手表上的数字仪表板都将企业

运营情况以及企业、工厂或生产部门的绩效情况向所有员工一一呈现。其结果将是真正意义上的一览无余——不仅对价值产生环节一目了然，对价值产生细节更是心中有数。

二、应用物联网：拔得头筹

尽管本文所述的完全集成的数字生产系统还在计划中，但许多构建模块已经面世。例如，石油和天然气行业正在推出工业自动化系统，可以远程监控昂贵资本资产是否正常运作。这些系统使用传感器数据生成实时绩效信息并提前预警潜在问题，从而便于及时做出预防性维护。汽车制造商已经拥有由数百台机器人、中央控制器、业务应用程序和后端系统集成生产线。这项技术有助于企业最大限度延长正常运行时间，提高生产力，并在不间断生产的情况下建立多个模式（以任何顺序）。

机械制造企业面临的下一个挑战是完成整合流程。这意味着要将现在适用于各个生产线或资产的工具和能力扩展到整个企业，然后扩展到其整个供应链。对于成功的企业，效率将更高，视野更广阔，绩效持续提升。MT

（未完待续）

2017 年机械工业经济运行形势及 2018 年发展展望



中国机械工业联合会

2017 年,面对错综复杂的国内外形势,机械工业认真贯彻落实党中央、国务院的战略部署,主动适应发展新常态,深入推进供给侧结构性改革、扩大有效供给,推进行业转型升级、提质增效。全年实现效益改善、出口回升,行业运行稳中向好,市场信心逐步提升,发展形势好于预期。与此同时,高端产品供应不足、低端产品供应过剩的不平衡状态仍未根本改变,专用装备等短板发展不充分的问题依然突出。

展望 2018 年,机械工业要以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,全面贯彻落实党的十九大精神,按照中央经济工作会议的部署,坚持稳中求进工作总基调,紧扣机械工业发展不平衡、不充分的主要矛盾,坚持创新发展理念,坚持以供给侧结构性改革为主线,全面开启机械工业高质量发展的新征程。

一、2017 年机械工业经济运行情况

1. 增加值保持较高增速

2017 年机械工业增加值增速延续了上年持续高于全国工业和制造业的态势,增速始终保持在 10% 以上。全年机械工业增加值同比增长 10.7%,分别高于同期全国工业和制造业 4.1 和 3.5 个百分点,高于机械工业上年同期 1.1 个百分点。

2. 经济效益明显改善

2017 年机械工业实现主营业务收入 24.54 万亿元,同比增长 9.47%,高于上年同期 2.03 个百分点。实现利润总额 1.71 万亿元,同比增长 10.74%,高于上年同期 5.2 个百分点。机械工业主要效益指标实现较快增长,但与全国工业比较,主营业务收入及利润增速分别低于同期全国工业 1.61

和 10.3 个百分点。

从盈利能力看,2017 年机械工业主营业务收入利润率为 6.98%,比上年提高 0.08 个百分点,高于同期全国工业 0.52 个百分点;每百元资产实现的主营业务收入为 109.89 元,比上年提高 0.42 元,高于同期全国工业 1.5 元,机械企业的盈利能力在增强。

3. 产品产量增长面扩大

重点监测的机械工业 64 种主要产品中,产量实现同比增长的产品有 47 种,占比 73.4%,产品产量增长面较上年扩大 9.3 个百分点;产量同比下降的产品 17 种,占比 26.6%。产量实现增长的产品有以下特点:一是与基础设施建设及城镇化建设密切相关的挖掘机、装载机、压实机械等工程机械类产品实现大幅增长,其中挖掘机产量增速超过 70%。二是

前两年需求疲软的投资类产品出现恢复性增长,如矿山设备、冶金设备、金属轧制设备、机床等产品增速在5%~10%区间。三是与消费市场密切相关的产品如汽车、摩托车等产品保持增长的态势。四是与物流运输产业相关度较大的载货汽车、集装箱、叉车、输送机械等产量明显增长。产量下降的产品主要是拖拉机、收割机等农机产品和发电设备。

4. 分行业发展全面向好

与上年仅汽车、电工电器两大行业为主拉动机械工业增长不同,2017年以来机械工业各分行业均表现出向好的发展态势。通用设备制造业、专用设备制造业、电气机械和器材制造业、以及汽车制造业全年工业增加值增速均超过10.5%,其中通用设备制造业和专用设备制造业的增速较上年大幅提升4.6和5.1个百分点。

主营业务收入方面,2017年汽车、内燃机、工程机械、仪器仪表4个分行业增速实现两位数增长。在全行业新增主营业务收入中,汽车和电工电器行业分别占40.56%和22.99%;其他行业合计占36.45%,比重较上年提高14.23个百分点。利润总额方面,在全行业新增利润中,汽车和电工电器行业分别占23.01%和14.73%;其他行业合计占62.26%,比上年大幅提升56.54个百分点。

5. 固定资产投资增速低位企稳

2017年机械工业累计完成固定资产投资5.14万亿元,同比增长2.6%,较上年同期提高0.9个百分点,但仍低于同期全社会和制造业投资增速4.6和2.2个百分点。从趋势看,全年投资增速波动趋缓,但总体处于低位。投资的实际到位资金增速由负转正,由年初1-2月同比下降17.67%,回升至全年的同比增长0.3%,反映出资金到位的问题正在改善。

6. 对外贸易增速回升明显

2017年机械工业对外贸易增速持续回升,全年累计实现进出口总额7123亿美元,同比增长10.01%。其中进口3063亿美元,同比增长12.31%;出口4060亿美元,同比增长8.33%;实现贸易顺差997亿美元。13个主要分行业全部实现对外贸易出口同比正增长,其中农业机械、工程机械、机床工具和汽车行业出口实现两位数增长。特别是收获及场上作业机械、推土机、装载机、数控机床、汽车整车等产品,出口形势良好,出口量增幅分别为51.5%、70.4%、48.6%、44.1%和31.2%。

7. 产品价格指数由降转升,但涨幅远低于上游水平

2017年机械工业生产者

出厂价格指数摆脱了前些年持续的下行态势,各月指数介于100.1~100.9之间。但与原材料、燃料价格增势相比,机械工业价格上涨仍然乏力。12月份机械工业生产者出厂价格指数为100.5,涨幅低于同期工业生产者购进价格指数7.6个点,表明机械行业生产运营过程中原材料、燃料等要素成本价格的上涨难以向下游行业传导。近期中国机械工业联合会专项调查的结果进一步反映了这一现状,仅34%的被调查企业产成品价格有所上浮,但上浮幅度均小于原材料价格上涨的幅度。

8. 经营成本持续上升

2017年机械工业主营业务成本同比增长9.53%,比上年同期提高了2.01个百分点,低于同期全国工业1.42个百分点。每百元主营业务收入中的成本为84.6元,比上年增加0.05元。原材料价格攀升、用工成本上涨、物流成本和融资成本增长是主要原因。专项调查结果显示,所有被调查企业都感受到原材料价格上涨压力,同时用工结构中技术人员比重提高也成为用工成本上升的重要因素。

二、发展活力有所增强

在国家相关政策措施的引导

与支持下,机械企业主动适应新环境、谋求新机遇。积极探索和培育新的发展动力,成为越来越多机械企业的自主选择,行业发展的活力有所增强。

1. 重大项目带动自主创新

国家重大项目对机械行业创新发展的带动作用进一步显现。以“华龙一号”为例,作为我国拥有自主知识产权的三代核电技术、国家核电“走出去”的主推机型,在首台“华龙一号”——福清5号核反应堆的建设过程中,国内众多机械企业积极参与,实现了产品与制造技术的升级。仅2017年下半年就有哈电集团哈尔滨锅炉厂成功研制主蒸汽联箱,东方电气(广州)重型机器公司研制的ZH-65型蒸汽发生器安装就位,东方电气集团东方电机公司研制的核能发电机通过型式试验,中国一重承制的核反应堆压力容器完工交付等好消息传出。

2. 研发能力持续提升

通过近些年的积累,机械企业的研发与创新已不仅局限于对国外先进技术的引进、消化、吸收,而是更为关注原创设计、极限制造等能力的提升。广西柳工成功研制全球首创垂直举升装载机,可实现360度视野无死角操作,较之传统产品倾翻载荷提升30%、提升能力增加30%,已获得

国内发明专利35项、国际发明专利7项。徐工集团研制全球首台八轴XCA1200全地面起重机,采用独特的千吨级八轴底盘设计,自重比传统产品减轻30多吨,并可通过模块组合实现通用机型与风电机型的灵活转变,拓宽了产品的应用领域。中铁电建自主研发的国内最大直径敞开式硬岩掘进机,填补了国内9米以上大直径硬岩掘进机的空白。上海昌强重工研制的世界首台36000吨超大六向模锻液压机,具有自由锻和六向模锻两种工作模式,可在地面移动工作台上实现自由锻,在地面以下六向模锻区实现六向模锻,锻件金属流线分布更合理,节约原材料30%以上。

3. 开拓新领域新市场

在传统市场需求疲软、竞争加剧的背景下,越来越多的机械企业基于自身优势延伸服务、拓宽市场。和利时公司积极开拓轨道交通控制系统,研发的CTCS-2+ATO列车运行控制系统成功应用于佛肇城际铁路。杭氧集团实施由生产型制造企业向服务型制造企业转型的战略,形成了由工程总承包、空分设备制造与工业气体运营构成的完整产业链。苏州苏试集团在试验设备制造与试验技术服务领域并行发展,目前集团的服务业销售额已接近制造业,而服务业利润已经与制造业持平。

借助“一带一路”建设的契机,机械企业加快全球化的产业布局。潍柴集团深耕沿线国家,加快产能合作和网络布局,已拥有海外营销平台及子公司30多家,发展了400余家授权服务站,目前海外业务收入占集团总收入的比重超过40%,利润占比超过30%。徐工集团在美国和欧洲建立研发中心,在巴西设立研究所和制造基地,在乌兹别克斯坦合资建厂,目前海外收入占集团总收入的比重已接近30%。

4. 重大专项成果丰硕

实施国家重大科技专项取得丰硕成果。如在“高档数控机床与基础制造装备”科技重大专项支持下,北京北一机床联合北京工业大学等单位,以可适应模块设计、超跨距功能部件精准制造和超大组合件高刚度装配等技术创新为主线,成功研制出国际先进水平的超重型车铣复合数控机床,填补了国内空白,并实现了系列化生产,创新成果应用于重型复合立车、重型落地镗等高端制造装备的研发,为我国核电、风电、船舶、航空航天等行业发展提供了有力的支撑。武汉重型机床联合华工制造装备数字化国家工程中心、武汉华中数控等单位,研发了具有自主知识产权的28米超重型数控单柱移动立式铣车床,是目前世界上加工规格最大的立式铣车床,具有大承载、

高效率、高精度、加工范围广、高可靠性等特点，具备车、铣、钻、镗、磨复合加工功能，能够实现零件一次装卡完成所有或大部分加工工序。解决了我国核电、水电领域关键超大型构件制造难题，为我国重大项目、重点工程的顺利实施提供了有力的支撑。

5. 提供智能制造产品的能力逐步增强

在相关产业政策的引领和科技进步的带动下，机械工业为国民经济各行业提供智能制造产品的能力逐步增强。如青岛软控股份研制的PS2A乘用车子午线轮胎一次法智能成型装备，实现了整套装备的智能化控制、胶料的循环供给和自动贴合，只需1人即可完成整套系统操作，轮胎日产量达1400套，产能提升20%，为我国轮胎行业智能转型提供了重要的技术支撑。宁夏共享集团成功研发铸造3D打印等智能装备，在铸造3D打印技术产业化应用上取得重大突破，攻克了铸造3D打印材料、工艺、软件、设备等难题，获得专利49件。

三、2018年机械工业发展展望

2018年世界经济虽然有望继续复苏，但不确定性因素始终存

在，发达国家“再工业化”和发展中国家工业化进程加快对我国外贸出口市场的双重挤压始终存在。在此形势下，机械工业对外贸易与合作都面临着更为复杂多变的形势。全行业要更加注重提升出口质量和附加值，要抓住“一带一路”建设的契机，创新对外合作方式，注重投资对贸易发展、产业发展的拉动作用。

2018年是全面贯彻党的十九大精神的开局之年，中央经济工作会议指出，要坚持稳中求进总基调，以供给侧结构性改革为主线，强化实体经济吸引力和竞争力，优化存量资源配置，强化创新驱动，发挥好消费的基础性作用，促进有效投资特别是民间投资合理增长。同时，随着《中国制造2025》各项工作的深入推进，“强基工程”“智能制造”“重大短板装备工程”“增强制造业核心竞争力”等专项以及技术改造升级工程相继实施，这些利好对机械工业的发展和经济运行的带动作用将进一步释放。

但也应该看到，机械工业总体上产能严重供过于求、市场过度竞争的局面没有改变；固定资产投资增幅在低位徘徊的状况没有改变；机械工业传统用户钢铁、电力、煤炭、化工、石油等领域处于产能调整阶段的市场需求环境没有改变；出口仍存在很大的

不确定性。同时机械行业内部发展不平衡不充分的问题依然普遍存在。全行业实现由高速度向高质量发展的任务依然艰巨。

预计2018年机械工业将延续上年平稳的增长态势，主要经济指标增速保持或略低于上年水平。具体而言，预计全年机械工业增加值、主营业务收入和利润总额增速均在7%左右，对外贸易出口将保持适度增长，增速将低于上年。

2018年是改革开放40周年，是决胜全面建成小康社会、实施“十三五”规划承上启下的关键一年。全行业要学习贯彻党的十九大和中央经济工作会议精神，以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，遵循新发展理念，围绕落实“中国制造2025”和机械工业调结构促转型增效益的部署要求，坚持质量第一、效益优先，以改善供给侧结构为主线，以推进质量变革、效率变革、动力变革为抓手，以实施“十三五”行业发展总体任务、实现高质量发展为目标，坚持创新驱动、质量提升，坚持两化融合、智能转型，坚持开放升级、协调发展，着力稳增长、调结构、转方式、补短板、提品质、增效益，推进行业转型升级，为实现由大变强奠定基础。MT

复杂零件数字化多方位可控流动锻造 成套技术装备与生产线



郑州机械研究所

摘要：锻造是制造的基础，但其生产过程长期存在劳动强度大、能耗大等诸多历史性技术难题。项目通过多年的技术攻关和集成创新，成功推出了复杂零件数字化多方位可控流动锻造成形工艺、数字化锻造中心以及数字化生产物料自动运转及全过程在线监控等一系列技术成果，在此基础上，建立并稳定运行了国内首条复杂零件数字化多方位可控流动锻造生产线，实现了复杂锻件的高效、优质、数字化生产。

一、导语

锻造作为基础制造业，为几乎所有工业领域提供锻件产品，因此，锻造生产的智能化是实现智能制造的关键一环，是实现“中国制造 2025”规划，是我国 2025 年步入制造强国的重要工业基础。

郑州机械研究所通过数字化多方位可控流动锻造工艺技术、高效数控多方位可控流动锻造成形关键设备、自动化锻造成套联线技术以及生产过程的中央自动控制系统，创新地研发出了复杂零件数字化多方位可控流动锻造

精密成形工艺、数字化多方位可控流动锻造中心、生产全过程在线质量检测软硬件系统及中央控制软硬件系统等一系列科技成果。并利用这些成果，在河南毅辉智能制造有限公司，建立了国内首条复杂零件全流程数字化多方位可控流动锻造成形生产线，线中各个工序设备间全部采用机器人或数控自动化装置进行物料转运，实现了复杂零件从原材料到锻件成品的全过程数字化自动生产；实现了全过程锻造生产无人化操作，做到了真正的机器换人，使压机具备了感知及自适应功能。将复杂锻件的生产带入了

一个管理信息化、生产高效化、质量均一化的高层次制造水平。

二、全流程数字化锻造生产新模式

1. 复杂零件数字化多方位可控流动锻造成形工艺技术

传统多方位锻造成形工艺是通过模拟信号各向顺序挤压成形，每更换一个锻件产品均需要现场调试压机各向参数，而且参数精准度低，无法满足复杂零件的自动化精密锻造需求。尤其是在成形过程中，不能根据金属流

动规律，随时改变各向运行参数，以形成分流效果降低成形力，改善锻件填充效果，成形形状复杂的锻件产品。

本项目利用建立的复杂零件数字化模型及数字化仿真技术，研究了多方位可控流动中的金属流动规律，确定了各向压力大小、挤压速度、挤压行程对零件最终成形效果的影响。创新地开发出

多种复杂零件数字化多方位可控流动锻造成形工艺技术（图1），不仅实现了锻件成形过程中各参数的精密控制，随时改变各向运行参数，合理分配各部位金属材料，形成分流效果降低成形力，提高锻件填充效果；而且可以和生产线的中央控制系统有机融合，实现工艺参数的远程调控与自动生成，为全流程数字化锻造

生产新模式提供了重要的工艺基础。

2. 数字化多方位可控流动锻造成中心

数字化多方位可控流动锻造成中心（图2）是上述工艺技术的装备化实现，是成形工艺、模具、润滑冷却和主机为一体的集成型装备。项目针对研发的成形工艺需求，研究了多方位压机结构设计、模具结构设计、模具自动润滑冷却、联动液压控制、参数感知与反馈、数字化集成控制等一系列技术。创新地研制了数字化多方位压机结构、多方位可控流动锻造成形模具、模具自动润滑及冷却系统、多方位联动液压执行系统、参数传感器感知及反馈系统、数字化压机控制系统，并有机组合形成了一台具备参数感知功能的数字化多方位可控流动锻造成装备。

（1）创新性数字化多方位压机结构。

研制的数字化多方位压机，各向液压缸布置方位、吨位大小，根据成形目标锻件的成形工艺需要而设置。通过在3~5个方向设置不同吨位的液压缸及压力、位移、温度等传感器感知元件，并通过数控系统、比例控制液压系统的协调控制，实现多个方向液压缸的压力大小、运行速度、加载行程的实时联动控制。输入不同的工艺参数，便可实现不同

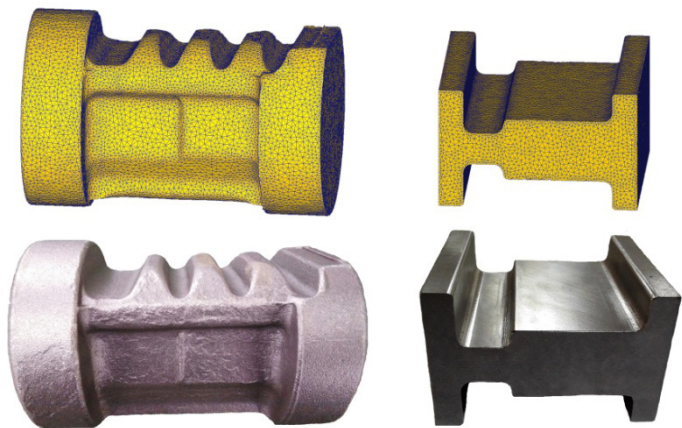


图1 研究成形的复杂形状锻件



图2 数字化多方位可控流动锻造成中心

型号及形状零件的精密无飞边一次成形, 高效、节材。图2中已建成的数字化多方位可控流动锻造中心, 根据成形锻件的工艺需求, 分别在上部设置了一个1000吨、左右各一个800吨、后部一个300吨及下部一个200吨共5个液压缸。

(2) 多方位可控流动锻造成形模具。

锻造模具是锻造生产中最核心的装备, 传统的模具结构多为上下或左右开合式结构, 模具结构相对简单。而本项目开发的多方位可控流动锻造成形工艺, 需要模具可多方位开合, 以实现各向挤压分流效果。项目根据开发的成形工艺, 在研究了多方位锻造模具设计技术的基础上, 研发了四向开合、左右双动的模块化新型模具结构, 解决了坯料定位、自动脱模、部件运动精度及干涉等技术难题, 实现了各向模块的运动自如、锻件的精确成形。

(3) 全自动模具润滑及冷却系统。

热锻生产过程中, 模具的有效润滑及冷却, 是保证模具使用寿命、进行连续生产的必要条件。而润滑剂喷涂量的多少又至关重要, 喷涂过量不仅造成润滑剂浪费, 而且容易造成润滑剂堆积, 在锻件上形成凹坑等缺陷; 喷涂过少达不到润滑效果, 会造成金属粘连或拉毛。项目针对锻件成形全流程自动化运行的需求, 研

究了自动化生产状况下热锻模具多喷口实时雾化喷淋润滑技术, 研制了数字化自动化润滑及冷却装置, 解决了润滑剂的多方位精准喷涂、实时控制以及多方位冷却喷淋等一系列技术难题, 实现了数字化锻造生产下的多方位模具实时润滑及冷却。

(4) 多方位联动液压执行系统。

液压执行系统主要由数字比例阀、方向控制阀、安全阀、集成阀块, 压力、流量、温度等一系列液压执行元件及参数传感器, 以及油液冷却系统、过滤系统、液面报警装置, 液压泵动力单元、动力油箱等组成。锻件的精密成形是靠压机各个液压缸的有序运动来实现的, 而各液压缸施行压力大小、运行速度、作用时间等工艺参数通过锻造工艺专家系统获得。中央控制系统调取专家系统数据库工艺参数后, 传送给压机数控系统, 进而形成液压执行指令, 驱动液压系统各个组成部件工作。

项目通过对液压控制技术的研究, 解决了流量控制、压力监控等技术难题, 实现了设备运行过程中各液压缸运行压力、行进速度的联动控制; 实现了各个液压泵动力单元最大化利用, 保证了设备的低耗高效运转。

(5) 数字化压机参数感知及反馈系统。

对于不同的精密成形工件,

锻造专家系统给出的多方位液压缸运动时间相位关系参量不同, 具有特殊时间节点的参量如位移、压力、位置等控制信息需要感知部件完成。因此位移传感器、压力传感器、位置传感器、温度传感器等感知部件成为压机数字化控制系统的关键组成部分。各个传感器采集的数字信号反馈至控制系统后, 通过系统内控制程序的比对及计算, 来感知压机的运行状态。

项目结合研发的成形工艺及压机总体结构, 研究了多参数时间相位曲线、工序操作机器人动作节拍、上下工序时间以及感知控制压机运行所需的参数类型及数量, 在解决了参数采集、分析计算、程控编写等问题后, 在压机相应部位设置了多种参数传感器, 编写了数据采集、分析、反馈及控制软件, 实现了压机运行状态的参数感知及反馈控制。

(6) 多方位压机数字化控制系统。

多方位压机数字化控制系统是压机的“大脑”, 控制系统接受上级(生产线中央控制系统)指令及输入的工艺参数后, 经过一系列的数据分析演算, 形成程序的自行运算, 将多方位工艺参数的时间相位关系曲线, 以及所有的位移、位置、压力等传感器信息参数发给液压执行部件, 形成液压执行部件的输入指令。压机运行过程中接收压机上设置的

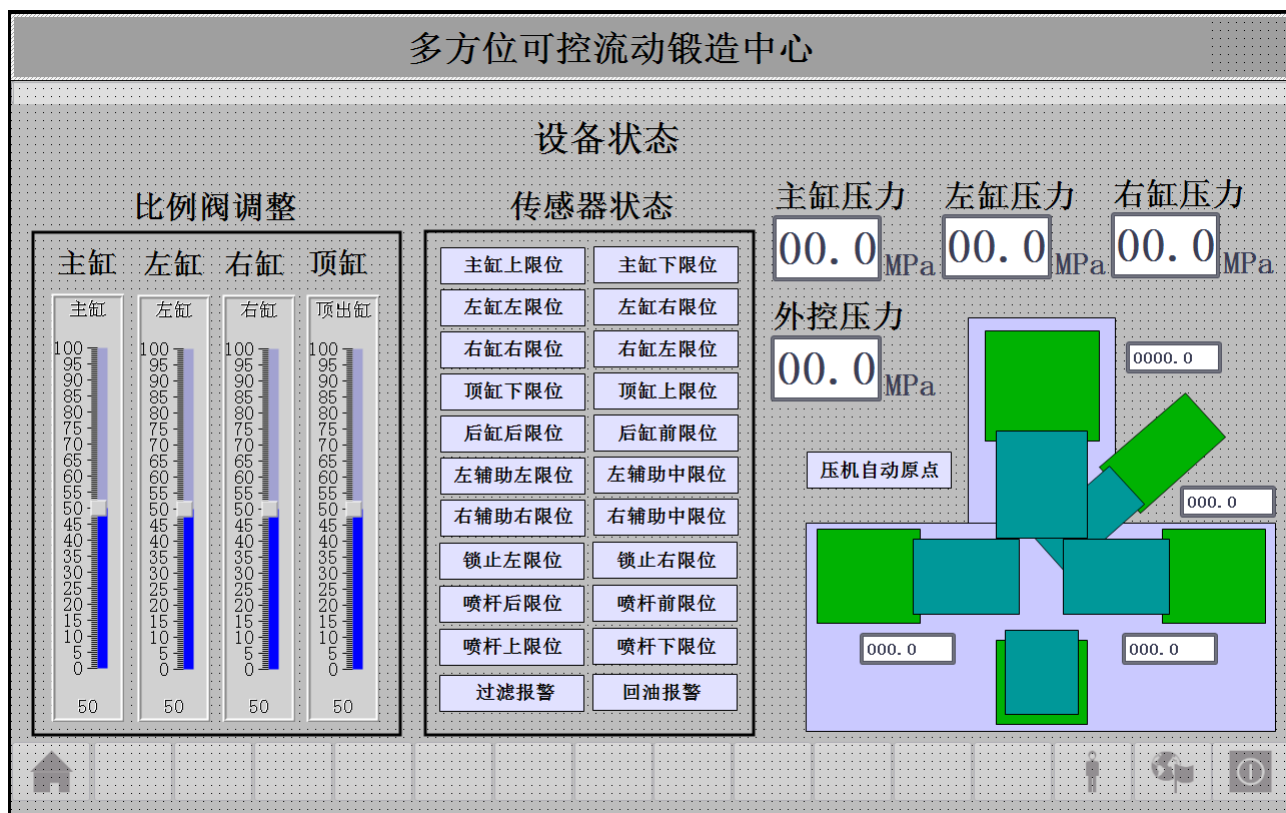


图3 研制的控制系统软件界面

传感器发回的压机运行参数，并分析计算判断压机运行状态。压机运行参数出现偏差后，由控制系统分析偏差数据，并根据分析结果实施改变运行参数、报警、停机等动作。图3为研制的控制系统软件界面。

3. 生产全流程物料数字化自动运转技术。

为了建设锻造生产全流程的数字化控制、无人化操作，项目研究了多种物料传输方式。在结合生产线中物料形状、大小、温度等特点，以及各个设备运行特点、物料转运特点的情况下，项

目采用了机器人和链板、托盘、爬升等多种数控物料传输装置相结合的物料传输体系，并在相应位置设置了多个物料传感器。实现生产过程中各个工序间物料的自动运转、自动检测，架起各个设备间物料运转的一体化桥梁；实现了真正的机器换人，将人员从高温、高强度的锻造生产作业中解放出来。

4. 生产全过程数字化监控技术

(1) 数字化自动锻造中央管控技术。

为了使生产线各工序设备能

够协调工作，生产效率自动匹配，本项目通过对锻造成形工艺、生产节拍、生产线物料运转周期等离散型控制的研究，建立了以生产任务单为源头，以下料、加热、锻造、正火以及表面处理等各工序生产效率为参数的协调控制驱动模式，开发出具有自主知识产权的锻造生产全流程智能控制管理系统，实现了所有设备均由中央控制室控制、各工序生产任务及其执行进程的智能匹配，提高设备利用率及锻件生产效率。

(2) 智能化在线质量检测及控制技术。

为了实时监控锻件生产过程

中的设备运行状态，保证产出锻件产品的质量，本项目研究了下料、加热、锻造及后处理等各个工序生产工艺参数的数据采集、传输、处理以及补偿等技术，开发出了自动锻造生产线成套工艺参数在线检测及实时反馈的控制软件系统。系统采集的各个工序运行参数，通过数据处理转换系统反馈至中央控制系统，再通过和锻造工艺专家系统数据库中数据对比判断后，决定再执行动作及动作量值，实现了各工序设备运行工艺参数的自动在线检测、实时调整的闭环控制。

(3) 生产过程安全监控及

故障报警技术。

为了防止锻造生产过程中，出现积料、工序间设备不协调等问题，本项目研究了物料信息自动检测、控制系统抗干扰、设备运行异常报警、系统安全互锁、工艺数据在线调度和核对二次确认、工位反馈与软件记忆双重控制等一系列技术。开发了物料信息自动检测装置、控制系统抗干扰装置、设备异常报警装置、系统安全执行互锁软件。建立了设备故障、参数异常、系统故障等多级安全可靠的保证体系，保证了锻件生产过程中设备及系统的安全。

5. 复杂零件全流程数字化多方位可控流动锻造生产线

通过对复杂零件数字化多方位可控流动锻造成形工艺技术的深入研究、关键核心装备的自主研发、控制系统的自主开发等多方面的系统创新，为生产线的建立提供了重要的工艺基础、装备支撑和系统保障。2014 年利用项目开发的成套技术及装备，在河南毅辉智能制造有限公司建立了国内首条复杂零件全流程数字化多方位可控流动锻造生产线（如图 4 所示），实现了复杂零件从原材料到锻件成品的全过程数字



图 4 建立的全流程数字化锻造生产线

化批量生产。

三、技术先进性对比

与国内外同类锻造生产线相比，本项目建成的生产线的先进性主要表现为以下四个方面：

1. 生产工艺先进：该生产线通过多方位可控流动锻造成形方式，可一次性将圆柱形棒料挤压成复杂形状锻件产品。

2. 核心装备先进：项目研制的数字化多方位可控流动锻造中心，是成形工艺、模具、润滑冷却和主机为一体的集成装备，是信息化技术与压机技术的有机结合，具备运行参数感知及自适应功能，可实现多方位实时联动控制，复杂零件精密成形。

3. 装备整体水平先进：生产线设备数控率达 100%，所有设备均由中央控制室控制、各工序生产任务及其执行进程的智能匹配，具备设备运行参数自动采集与反馈、物料信息自动检测、设备异常报警、系统安全互锁等多级生产管理及设备安全保证体系。

4. 生产过程质量控制先进：通过分布于生产线中的下料重量、加热温度、锻件 3D 检测等多种检测手段，对生产过程产品

质量实时检测，有效地保证了产品质量。

5. 生产过程先进：生产过程为全流程计算机控制，从原材料到锻件成品全部采用机器人或数控自动化装置进行物料转运，实现了生产过程无人化操作、生产任务自动协调执行、产品数量自动统计的高效、高质复杂锻件生产新模式。

四、结论

采用本项目研发的复杂零件数字化多方位可控流动锻造成套技术及装备，实现了复杂锻件生产流程自动化运行、产品质量的在线检测与控制、生产任务的数字化管理与执行。本项目技术和传统锻造车间相比，用工人数可降至 2～3 人，人员减少 ≥ 80%；产品质量稳定性明显提高，废品率降低到 0.5% 以下；而生产效率则提高 50% 以上，能耗指标降低 40% 以上，材料利用率 ≥ 90%。据统计 2015 年 1-10 月份，我国锻件总产量达 987 万吨，其中大部分为中小型锻件。因此，本项目研发的技术在行业推广后，节能减排效果将十分明显，所生产的锻件产品质量也必将明显提高，也必然具有显著的

经济和社会效益。

目前，利用本项目技术建立的首条复杂零件数字化多方位可控流动锻造生产线，已实现复杂锻件——汽车转向活塞的批量生产。项目已申报国家发明专利 3 项，实用新型专利 2 项。

五、问题及展望

目前根据项目工艺特点及市场需求，仅开发了汽车转向活塞、三阀组阀体和双联齿轮三种零件的多方位可控流动锻造成形工艺。项目未来将结合已成熟的成形工艺，继续开发其它复杂零件的多方位可控流动锻造成形工艺，尤其是需求量大汽车锻件领域，并进一步推广应用该成套技术及装备建设应用。

项目建成的生产线虽然采用了数字化的生产管理与控制，但还不能通过互联网进行远程监控作业。项目技术未来的发展将逐步建立与互联网信息技术的深度融合应用，在项目技术开发与应用单位之间，建立技术协作与应用的互联网服务平台，不仅可以使技术开发单位实时了解生产线运行状态、进行远程故障诊断，而且可以进行各种技术工艺的协同开发，更好的为应用厂家服务。MT

全智能无人高精度切割生产线



郑州煤矿机械集团股份有限公司

摘要：全智能无人高精度切割生产线，是世界上首个实现全智能上料、切割、下料及计划管理的生产线，开创了智能切割模式的先河。该生产线配备有工业智能行车、高精度等离子切割机、生产管理系统、仓储管理系统及中央控制系统，实现了板件的计划分配、上板、切割、下料及完工报产的自动化。该生产线从根本上改变了传统的钢板下料模式，对引领机械制造行业生产方式向柔性、智能、精细化转变，加快产业转型升级具有重要意义。

一、引言

液压支架是煤矿综采自动化的关键装备，其中结构件质量占液压支架质量的80%以上。液压支架结构件的制造涉及钢板切割下料、加工、拼装焊接等多道工序，其中传统的钢板切割下料工艺为火焰切割，存在切割速度慢、切割质量差、热变形大等问题。针对这些问题，郑州煤矿机械集团股份有限公司（简称郑煤机）规划引进了全智能无人高精度切割生产线。

郑煤机全智能无人高精度切割生产线从2010年开始规划、设计和实施，到2013年正式投入使用，是世界上首个实现全智能上料、切割、下料及计划管理

的生产线，开创了智能切割模式的先河。

郑煤机全智能无人高精度切割生产线采用高效等离子切割工艺，切割板厚覆盖16~40mm，具有切割速度快、精度高、变形小等优点。

二、全智能无人高精度切割生产线概况

全智能无人高精度切割生产线长153m，宽18m，总占地面积约2754m²，主要工程布局模型如图1所示，生产线实物如图2所示。

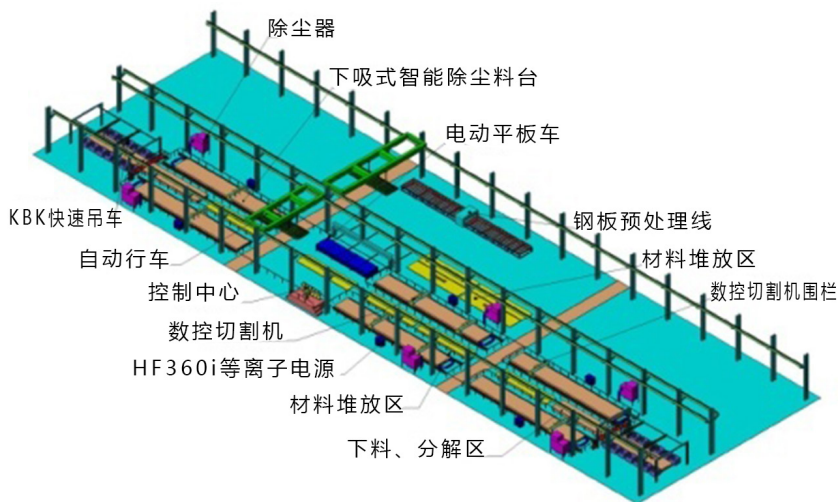


图1 全智能无人高精度切割生产线三维模型图

1. 全智能无人高精度切割生产线的组成

全智能无人高精度切割生产线主要由一台工业智能行车、八台双枪全自动高精细等离子切割机及其附属设备、生产管理系统、仓储管理系统及中央控制系统组成,实现板件的计划分配、上板、切割、下料及完工报产的自动化控制,可同时实现切割机不间断切割及对切割信息(包括主要切割参数、切割任务的分配、分配的切割任务完成情况等)的远程动态监控。

(1) 智能行车。

智能行车负责生产线内部钢板的运输,具体为:将运输车上钢板运送至自动交换料台,存储钢板,运送钢板至切割机,将切割机上加工后的钢板运送至分拣区。

(2) 数控切割机。

八台双枪全自动高精细等离

子切割机负责进行钢板的切割,切割机主要参数及精度如下:

空行程速度: $0 \sim 37000 \text{ mm/min}$; 纵向导向精度: $\leq 0.1 \text{ mm/10 m}$; 重复精度: $\leq 0.1 \text{ mm/10 m}$ 。

数控切割机具备切割信息采集、信息输出/输入功能,可以联网监控切割机的任务分配情况、主要切割参数、切割米数、切割吨位、切割零件数量及完成分配任务量的百分比等信息。

(3) 生产管理系统。

生产管理系统(MPM)负责生产定单、零件库、板材库、零件图库、切割进度的管理。

生产管理系统根据接收到的ERP排产计划,自动对零件信息进行分析 and 分解,并向中央控制系统下发生产二次计划,向仓储管理系统下发所需钢板的计划信息。

(4) 仓储管理系统。

仓库管理系统(WMS)是一种基于PC的系统,可指挥智能

行车将钢板从传送装置上吊起,并运输到不同的仓储位置,仓库管理系统将根据运输需要进行运输路径的优化。

仓储管理系统根据生产管理系统的信息指令进行钢板的调配、运输及位置排放,并将钢板信息发送到中央控制系统。

(5) 中央控制系统。

中央控制系统根据生产管理系统及仓储管理系统的指令,进行自动排料、切割机任务分配、指令行车进行自动上板、下料,再根据钢板的信息指令任何一台切割机对所吊钢板进行正常切割,且数控切割机能根据钢板信息快速查找并获取对应该张钢板的套料图进行切割下料。中央控制系统必须能够实现上下料系统与切割机工作的协调联动,实现切割过程参数实时动态监控,生产任何所需时间段内的切割信息及完工零件信息的报表。



图2 全智能无人高精度切割生产线实物图

2. 全智能无人高精度切割生产线的工艺流程

全智能无人高精度切割生产线能实现从ERP生产订单下发,到切割后各类报表及切割程序再返回ERP系统的闭环工艺流程,具体工艺流程如下图3所示。

3. 全智能无人高精度切割生产线的实施过程

(1) 进料。

钢板通过电动平板车进入

生产线，仓储管理系统通过调用智能行车将钢板吊入自动交换料台，期间读入钢板 ID 码（图 4）。

（2）上料。

当切割机存在空闲时，切割机通知中央控制系统，中央控制系统通过仓库管理系统调用智能行车，将钢板从自动交换料台吊入所需空位（图 5、图 6）。

（3）切割。

切割机读取钢板 ID 信息，

从生产管理系统调入排料图及切割参数，进行切割（图 7）。

在切割过程中，切割参数、进度、异常情况实施传输、监控，具体如下：

①切割机的切割参数、切割程序的进展情况，可以在显示界面上实时显示切割机状态。

②单台切割机完成切割吨位情况，切割米数完成情况。

③切割机发生异常时可以实

时显示。

④控制切割机的切割路径、切割参数及停机、开机等功能。

⑤通过自动气体控制器自动控制 8 台切割机 16 套割炬的切割气体流量。

（4）下料。

切割机完成切割任务后，通知智能行车进行下料，智能行车根据优先级进行下料（图 8）。

4. 全智能无人高精度切割生产线内的信息交换

全智能无人高精度切割生产线内设备能交换信息、协调联动，主要有以下信息交换（表 1）：

①切割机和智能行车的信号交换；

②智能行车和地面安全围栏的信号交换；

③智能和电动平板车的信号交换；

④智能行车和自动交换料台的信号交换；

⑤钢板扫描器传输信号至仓库管理系统。

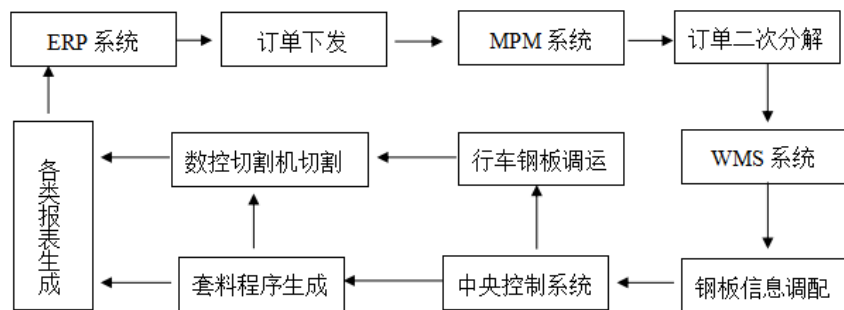


图 3 全智能无人高精度切割生产线工艺流程图

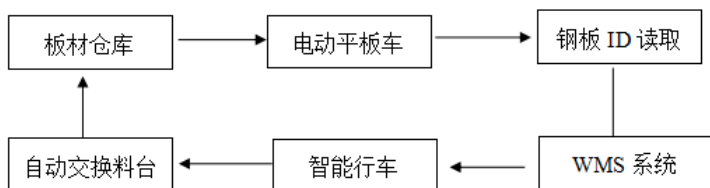


图 4 进料模型



图 5 智能行车从自动交换料台吊起钢板

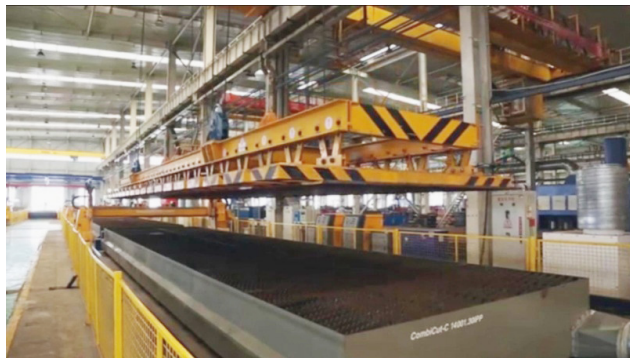


图 6 智能行车将钢板放入所需位置



图7 等离子切割



图8 智能行车下料过程

表1 设备信息交换表

接收信号 发送信号	切割机	智能行车	电动平板车	自动交换料台
切割机	/	a. 切割前, 上板信号 b. 切割后, 取板信号	/	/
自动行车	a. 上板前, 钢板 ID 号 b. 上 / 下板后, 允许操作信号	/	a. 取板结束后, 允许操作信号	a. 放板后, 允许操作信号
电动平板车	/	a. 到达 / 就绪信号	/	/
自动交换料台	/	a. 空位 / 就绪信号	/	/
地面安全围栏	/	a. 人员进入信号 b. 人员离开信号 (遥控器)	/	/
钢板扫描	/	a. 钢板 ID 信息	/	/

5. 全智能无人高精度切割生产线与公司信息系统的信息交换

全智能无人高精度切割生产线三大系统能和公司的 ERP 系统、DNC 系统能进行信息共享, 能够在 ERP 系统中随时查询任何一个切割机当班、周、月及指定时间段完成的工作量等 (图 9)。中央控制系统的切割套料程序, 可传输到 DNC 系统, 实现程序的共享。

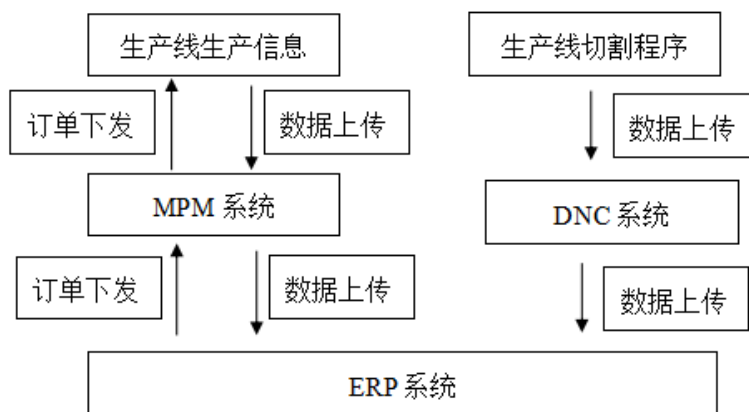


图9 生产线与公司信息系统的集成模型

三、全智能无人高精度切割生产线的技术指标及主要创新点

1. 技术指标

(1) 尺寸精度。

通过严格的工艺参数控制和实时监控，全智能无人高精度切割生产线产品的尺寸精度优于传统火焰切割工艺，同时优于《MT/T 587-2011 液压支架结构件制造技术条件》的要求，具体见表 2。

(2) 表面粗糙度。

全智能无人高精度切割生产线切割面表面粗糙度达到 Ra6.3（图 10），远优于传统火焰工艺的 Ra25～50，同时切割面无挂渣、沟槽等缺陷，达到机械加工水平。

(3) 平面度。

全智能无人高精度切割生产线产品基本无热变形，切割面直

线度控制在 1/1000mm 以内（整个长度范围不超过 2mm），而传统火焰切割产品热变形大，需要二次矫正。

(4) 切割面倾斜度。

由于等离子切割的工艺原理不同于火焰切割，切割面存在一定的倾斜度，通过工艺参数试验和工艺控制，全智能无人高精度切割生产线产品切割面倾斜度可以控制在 0.5mm 以内，满足产品设计和工艺要求。

2. 本项目的主要创新点

(1) 通过各种控制系统将智能行车、切割机等集成，实现了钢板上料、切割、下料的全部智能化。

(2) 通过设备联网，实现了对行车、切割机等设备状态的实施监控。

(3) 生产线配备生产管理系统，实现了生产计划的自动下达、完工报产及各种生产数据的上传。

四、全智能无人高精度切割生产线的实施效果

鉴于本项目在智能化、经济性方面的良好效果和示范效应，目前本项目已被河南省工业和信息化委员会列入河南省智能制造车间试点名单。

1. 智能化效果

全智能无人高精度切割生产线在生产、物流、数据传输等方面实现了自动化、智能化，可以将人从苛刻、繁重的工作环境中解脱出来，而主要从事监控工作，

表 2 不同工艺的切割精度对比

工艺类别	标注尺寸 (x) (单位: mm)				
	$10 \leq x < 125$	$125 \leq x < 315$	$315 \leq x < 1000$	$1000 \leq x < 2000$	$2000 \leq x < 4000$
本项目	± 0.7	± 0.8	± 1.0	± 1.5	± 2.5
传统工艺	± 1	± 1	± 1.5	± 2.0	± 3.0
MT587	± 1 (尺寸 < 500)		± 1.5 (500-1000)		± 3.0

注：板材厚度范围 16-40mm。



图 10 切割面表面粗糙度测量

表 3 全智能无人高精度切割生产线的智能化效果

项目 方式		传统火焰工艺		本项目	
		需求人数	方式	需求人数	
生产、物流	钢板配送	人工配送车间并手动记录信息	4	钢板条码管理，自动配送车间并自动读取钢板条码信息	1
	套料程序	手工套料	4	自动套料，手工配合	1
	套料程序传输	人工 U 盘拷贝	1	无线自动分配	0
	钢板上料	人工上料	4	全自动上料	0
	钢板下料	人工下料	10	全自动下料	0
信息化	订单二次分解	工人分解	2	自动分解	0
	切割信息汇总	工人记录	2	自动记录并分类汇总	0
	切割过程监控	无	2	实时自动监控	自动
	设备故障情况	人工检查	2	自动报警提醒	0
	完工报产数据上传	人工录入	2	自动上传并分类统计	0

生产线智能化效果如表 3 所示。

化及智能化的目标。

2. 经济效果

智能化钢板下料生产线采用高精度等离子切割 16 ~ 40mm 厚钢板，从正式投产至今，月均切割钢板 1 万吨，达到预定产能目标，切割效率较传统工艺提高约 5 倍，切割面质量可以达到机械加工效果，实现了高质量、高效

五、展望

钢板切割下料广泛存在于矿山机械、工程机械等装备制造业的生产过程中，但目前仍以火焰切割下料为主。由于传统的火焰切割工艺效率低、质量差，而等离子切割工艺目前主要应用于单

机、薄板切割，在中厚板领域应用较少。本项目的成功实施可以引领包括液压支架在内的煤矿机械行业推动生产方式向柔性、智能、精细化转变，加快产业转型升级，提高经济增长质量和效益，对其他装备制造业也有重要的示范意义，显著提高我国装备制造业的行业竞争力。MT

(上接第 47 页)

2017 年度先进省区市学会

安徽省机械工程学会
北京机械工程学会
福建省机械工程学会
甘肃省机械工程学会

广东省机械工程学会
广西机械工程学会
河北省机械工程学会
湖南省机械工程学会

江苏省机械工程学会
天津市机械工程学会

中国机械工程学会 2018 年总干事秘书长工作会议在海口召开

3月11日-13日，中国机械工程学会2018年总干事秘书长工作会议在海南省海口市顺利召开。中国机械工程学会常务副理事长张彦敏，副理事长兼秘书长陆大明，副秘书长左晓卫、邢梅、陈超志，各专业分会总干事，各省区市机械工程学会秘书长，会员会籍工作委员会委员，《机械工程学报》、《中国机械工程》编辑部以及工作总部有关处室负责同志共90多人参加了本次会议。会议由陈超志副秘书长主持。

开幕式上，海南省机械工程

学会理事长叶茂致欢迎词，向莅临本次会议的各位代表表示诚挚的欢迎，并希望通过本次会议，认真领会上级精神，学习兄弟单位工作经验，梳理海南省机械工程学会发展的新思路。

会议主要分为以下几个部分。

一、传达上级有关工作精神

张彦敏常务副理事长做了《新时代、新使命、新担当——认真学习贯彻党的十九大精神》

的报告，对中共中央以及中国科协关于认真学习贯彻党的十九大精神的实施方案和中国科协九届四次全委会提出的新时期战略布局进行了全面细致的解读，要求全学会系统：一要学懂、弄通、做实。要把党的十九大精神与实际工作紧密结合起来，要主动的找问题，补短板，不断完善提升学会的各项工作。二要深刻认识新时代、新使命、新担当。深入学习宣传贯彻党的十九大精神，准确把握新时代科协组织的新使命新任务。以习近平新时代中国特色社会主义思想为指引，坚持以政治建设统领学会工作；坚持智库、学术、科普“三轮”驱动，国际化、信息化、协同化“三化”联动，外向拓展、纵横融合、网络活跃“三维”聚力，全力推动工作格局重塑、流程再造和组织重构。三要精心组织实施凝心聚力、智汇中国、学术引领、科普品牌、科技外交助力、数字科协等六项重点工程，充分展示新时代科协组织新气象新作为。四要大兴调查研究之风，精心办好



会议现场

一批实事，切实增强科技工作者获得感和科协群众组织力。

二、部署 2018 年学会重点工作

陆大明副理事长兼秘书长做《深入学习贯彻党的十九大会议精神——为争创世界一流学会努力奋斗》的工作报告。报告指出，2018 年学会工作，重中之重是深入学习宣传贯彻党的十九大精神和习近平新时代中国特色社会主义思想，深入落实党中央群团工作会议、“科技三会”和中国科协九届四次全委会会议精神，坚持党对学会工作的全面领导、加强学会系统党的建设，聚焦增强政治性、先进性、群众性的要求，深化改革创新。认真履行“四服务”职责定位，深入开展“新时代创新先锋”主题实践活动，统筹实施四项重点工程。2018 年学会四项重点工程是抓党建促发展，抓会员发展强基础，抓工作总部和分支机构管理带队伍，抓信息化提能力。通过分工负责、明确责任、完善机制、夯实基础、争取支持、筹措资金、督促检查、全面考核等主要措施，构建学会事业协同发展新格局，切实改进工作、深化改革、服务会员、加强干部队伍建设，不断提升群众组织力、思想创造力、战略支撑力、文化传播力、国际影响力，团结动员广大机械工程领域的科

技工作者，为争创世界一流学会努力奋斗。

三、表彰先进

左晓卫副秘书长宣读了“2017 年最具影响力的学术会议和 2017 年度最具影响力的综合活动平台”（名单附后）评选结果和“2017 年度中国机械工程学会优秀 / 先进分会及省区市机械工程学会”的获奖名单。张彦敏常务副理事长和陆大明副理事长兼秘书长共同为获奖项目和单位颁发了奖牌。

四、工作经验交流

学会工作总部汇报了学会信息化平台建设思路和总体设计、介绍了会员信息系统及会议信息系统的开发情况和使用说明。

热处理分会、机械设计分会、特种加工分会、甘肃省机械工程学会、新疆机械工程学会、北京机械工程学会等 6 个单位做工作经验交流，分别介绍了各自特色工作和典型案例。

五、分组研讨

按照会议安排，3 月 12 日下午专业分会和地方学会分两组进行讨论。地方学会主要围绕学会党建工作、组织建设、会员发展以及学会 2018 年重点工作进行了研讨。专业分会主要围绕分支机构建设中存在的问题进行了交

流。参会代表一致认为，本次会议对党的十九大以来上级工作精神进行了深入、全面的解读，学会 2018 年重点工作任务紧扣党的十九大精神和中国科协工作要求，具有很强的针对性和可操作性，会后将认真安排部署落实各项工作，争创一流学会。

六、会议小结

分组讨论之后，陆大明副理事长兼秘书长做会议总结发言。陆大明首先肯定了各专业分会、省区市学会对本次会议的高度重视，认为代表们发言踊跃，建议中肯，为学会争创世界一流学会增添了信心。对代表们工作存在的疑惑和想法，陆大明从实现学会党建工作全覆盖、创新会员发展方式、加强信息化工作的顶层设计和快速推进、适应国家对社会组织分支机构管理规定、专业分会和地方学会与争创一流学会的关系等几个方面提出了建设性的意见和建议。最后，陆大明对各专业分会、省区市学会长期以来对学会工作的支持表示感谢，希望学会系统进一步加强协同，深化合作，努力实现学会工作在新的一年里迈上新台阶。

为做好学会专项工作，本次会议同期还举行了会员会籍工作委员会会议、期刊工作研讨会等活动。MT

2017 年最具影响力的学术会议（按照活动举办的时间先后排序）

1. 第九届全国青年表面工程学术会议（表面工程分会 2017. 5. 25-26 苏州）
2. 国际焊接学会第 70 届年会（焊接分会 2017. 6. 25-30 上海）
3. 第六届世界摩擦学大会（摩擦学分会 2017. 9. 17-22 北京）
4. 第十五届全国塑性工程技术交流会暨第七届海外塑性技术研讨会（塑性工程分会 2017. 10. 13-16 济南）
5. 2017 年生物制造国际会议（生物制造工程分会 2017. 10. 16-18 北京）
6. 2017 年全国失效分析学术会议（理化检验分会 / 失效分析分会 2017. 10. 18-21 无锡）
7. 第 17 届全国特种加工学术会议（特种加工分会 2017. 11. 17-20 广州）
8. 2017 机械设计国际会议暨第 19 届机械设计学术年会（机械设计分会 2017. 11. 19-21 北京）
9. 第九届全国压力容器学术会议（压力容器分会 2017. 11. 19-22 合肥）
10. 第 17 届国际制造会议（IMCC2017）（生产工程分会 2017. 11. 23-26 深圳）

2017 年度最具影响力的综合活动平台

1. 工业工程走进地方（工业工程分会 2017. 1-11 月 河南洛阳、河南新乡、浙江宁波、广东深圳）
2. 2017 中国中部（郑州）国际装备制造业博览会暨河南省先进制造技术系列报告会（河南省机械工程学会 2017. 5. 6-9 郑州）
3. （2017）首届院士专家新昌行暨科技对接周活动（浙江省机械工程学会 2017. 5. 7-11 浙江省新昌县）
4. 2017 中国（北京）国际工业智能及自动化展览会相关活动（工作总部 / 物流工程分会 2017. 5. 10-12 北京）
5. 2017 年山东省创新驱动助力工程活动（山东机械工程学会 2017. 6-12 月 聊城东昌府区，泰安新泰，临沂河东区）
6. 第 22 届北京·埃森焊接与切割展览会及相关活动（工作总部 / 焊接分会 2017. 6. 27-30 上海）
7. 2017 中国机械工程学会年会（工作总部 / 山东机械工程学会 2017. 11. 13-14 济南）
8. 2017 中国铸造活动周（铸造分会 2017. 11. 14-17 苏州）

2017 年度优秀分会（按首字字母排序，以下同）

工业工程分会	设备与维修工程分会	压力容器分会
可靠性工程分会	生产工程分会	铸造分会
流体传动与控制分会	特种加工分会	
摩擦学分会	物流工程分会	

2017 年度优秀省区市学会

河南省机械工程学会	宁夏机械工程学会	新疆维吾尔自治区机械工程学会
黑龙江省机械工程学会	山西省机械工程学会	浙江省机械工程学会
江西省机械工程学会	陕西省机械工程学会	
辽宁省机械工程学会	四川省机械工程学会	

2017 年度先进分会（按首字字母排序，以下同）

包装与食品工程分会	机械传动分会	再制造工程分会
表面工程分会	热处理分会	机械工业自动化分会
工业炉分会	塑性工程分会	
焊接分会	无损检测分会	

（下转第 44 页）

深入学习贯彻党的十九大会议精神 ——为争创世界一流学会努力奋斗



中国机械工程学会 陆大明

2018年中国机械工程学会工作指导思想：重中之重是深入学习宣传贯彻党的十九大精神和习近平新时代中国特色社会主义思想，按照学懂弄通做实的要求，在把握主线、融会贯通上深入，在突出社团组织特色、增强针对性实效性上深入，在推动落实党中央决策部署上深入。要全面贯彻党的十九大精神，深入落实中央党的群团工作会议、“科技三会”和中央经济工作会议精神，坚持稳中求进工作总基调，以坚持党对学会工作的全面领导、加强学会系统党的建设、全面从严治党为根本保证，聚焦增强政治性、先进性、群众性的要求，大兴调查研究之风，深化改革创新，认真履行“四服务”职责定位，深入开展“新时代创新先锋”主题实践活动，推进智库、学术、科普“三轮”驱动，国际化、信息化、协同化“三化”联动，外

向拓展、纵横融合、网络活跃“三维”聚力，统筹实施六项重点工程，为科技工作者办成一批实事，抓党建促发展，抓重点创品牌，抓工程增效能，抓调研解难题，抓班子带队伍，推动学会工作格局重塑、流程再造和组织重构，构建学会事业协同发展新格局，切实改进工作、深化改革、服务成员、加强干部队伍建设，不断提升群众组织力、思想创造力、战略支撑力、文化传播力、国际影响力，团结动员广大机械工程领域的科技工作者，为决胜全面建成小康社会、建设创新型国家做出新贡献。

一、抓党建、促发展

一是要深入学习，贯彻党的十九大精神，准确的把握新时代学会组织的新使命、新任务、新担当。学会各级组织要坚持把学

习贯彻党的十九大精神作为首要政治任务，在学懂、弄通、做实上下功夫，深化理论学习和理论武装，推动习近平新时代中国特色社会主义思想深入人心，推进新时代党的建设新的伟大工程，广泛开展“新时代创新先锋”主题实践活动，把机械工程领域广大科技工作者更加紧密地团结在以习近平总书记为核心的党中央周围、夯实党在科技界的执政基础，推动学会事业健康发展。

二是切实担负起加强科技界政治建设的历史使命。党的十九大突出强调政治建设是根本性建设，要求把政治建设摆在首位，坚决维护党中央权威和集中统一领导。学会作为党领导下的人民团体，必须旗帜鲜明讲政治，正确处理政治建设和业务建设的关系，不断增强群众工作本领，自觉肩负起加强科技界政治建设的使命任务，团结带领广大科技工

作者在政治立场、政治方向、政治原则和政治道路上同党中央保持高度一致，不断增进科技工作者对习近平新时代中国特色社会主义思想的政治认同、思想认同、理论认同和价值认同，引导科技工作者在思想上高度信赖核心、政治上坚决维护核心、组织上自觉服从核心、感情上衷心爱戴核心、行动上始终紧跟核心，不断夯实党在科技界的执政基础。要把自己摆进去，把职责摆进去，把工作摆进去，学用结合，知行合一。要广泛开展多种形式的学习培训，举办高层次科技领军人才学习贯彻十九大精神专题研修班，党委成员带头深入基层一线宣讲十九大精神，把科技工作者的思想和行动统一到党的十九大精神上来。加强学会党建工作，发挥好学会党组织统一思想、凝聚人心、化解矛盾作用。抓紧启动学会章程修订工作，及时载入党章，进一步明确新时代学会组织使命目标和职责任务，更好指导学会改革创新。

三是以全面从严治党打造“金刚不坏之身”。探索在学会系统坚持“三个一以贯之”、推进全面从严治党的根本保障机制。加强党员干部思想政治建设，严肃党内政治生活，严格遵守政治纪律和政治规矩，牢固树立“四个意识”。不断深化作风建设，严格执行中央八项规定，持之以

恒去“四化”除“四风”，坚决整治“庸懒散浮拖”现象，营造全身谋事、健康向上的良好政治生态。强化正风肃纪和党内监督，启动开展学会下基层调查研究工作，尽早发现问题、及时解决问题。坚持党管干部原则和正确选人用人导向，从严监督管理干部。加强制度建设，以编印党建成果、工作计划、工作总结、调研报告等“四件套”为抓手，在业务活动中建立干部业绩档案，加强对领导班子成员和总部工作人员以及分支机构负责人的考核。着力建设有明确使命目标、有风清气正氛围、有激励制度文化的学会组织，加强学会系统干部培训教育，培养专业能力和专业精神，打造信念过硬、政治过硬、责任过硬、能力过硬、作风过硬的高素质专业化干部队伍，并引进专业化职业队伍，为学会事业健康发展提供可靠保障。

四是自觉在新时代战略部署中找位置、做文章。要自觉融入党和国家工作大局，主动对标国家战略需求，瞄准世界一流水平，深入研究新时代学会组织的使命目标，明确学会组织贯彻落实十九大精神的工作任务，精心凝炼一批重点工程、打造一批活动品牌，切实把十九大精神贯彻落实到学会工作的各个环节各个方面，转化为学会系统的生动实践。充分发挥国家推动科技事业发展重要力量的作用，积极探索

团结带领科技工作者投身创新型国家建设、服务现代化经济体系发展的体制机制和路径举措，为建设美丽中国、健康中国、智慧中国、构建人类命运共同体做出更大贡献。充分发挥联系科技工作者桥梁纽带作用，积极探索学会组织在聚天下英才而用之、实施人才强国战略中的功能定位和目标任务，在国家所需、学会所能、人才所愿的领域展现新作为，为培养造就国际水平的战略科技人才、科技领军人才、青年科技人才和高水平创新团队，充分释放“人才红利”做出更大贡献。进一步提升科技工作者之家的思想引领力、情感凝聚力、精神感召力和组织黏合力，深入研究弘扬科学精神、普及科学知识、倡导创新文化、履行社会责任的路径载体和传播机制，凝炼科技界共同践行的价值理念，培育中国特色科学文化，破解以非第一身份建设中国科技界第一组织的内在制约，打造世界领先的科技创新价值共同体。

二、抓会员发展，强基础

截至目前，我会曾经登记个人会员 18 万余人。其中高级会员 1.3 万余人、学生会员 3 万余人、单位会员 4400 多个。但是目前注册有效活跃会员 4.4 万人。其中高级会员 2153 人、单位会员 2143 个。为会员服务是

学会的工作之本，如何激活老会员发展新会员是学会工作的重中之重。

1. 摸清家底。各地方学会和分支机构要按照总会要求，通过会员信息系统，尽快摸清家底，并制定相关的会员管理办法，增强学会的组织力，规范会员发展、服务与管理。

2. 各地方学会和分支机构要制定相关的行动计划和考核目标，协作、配合，使会员数量和质量有新突破。

3. 完善学会年报，定期向社会公开分布，接受社会监督。

4. 认真做好首批会士的认定工作及后续会士的遴选工作，提高会员的荣誉成就感。

5. 加强会员网络化服务，提高服务效率。

6. 积极参与青年人才托举工程。

7. 稳步推进机械工程技术人员能力评价工作。

8. 在智能制造等领域形成有特色的继续教育培训项目。

三、抓工作总部和分支机构管理，建一流队伍

一是抓工作总部管理。

1. 党建强会。学会各级组织的党建双覆盖，深入实施“党建强会”，发挥党员模范带头作用。党建工作责任有效落实：将党建

总体要求纳入各级学会章程或条例，推动党的领导与学会治理有机统一，抓好从严治党顶层设计；把党组织研究讨论作为重大事项决策的前置程序，充分发挥党组织把方向、管大局、保落实的重要作用；结合学会领导班子成员重点联系分支机构制度，对学会日常管理和党建工作同步开展调研指导和督促检查。

2. 规范运作。“三轮”驱动推进工作格局，“三化”联动促进工作流程再造，“三维”聚力促进组织重构。

3. 强化考核。改革工作总部考核模式，实行全员考核。

二是加强分支机构管理。

2014年2月26日，民政部出台《关于贯彻落实国务院取消全国性社会团体分支机构、代表机构登记行政审批项目的决定有关问题的通知》，主要内容如下：

1. 自《决定》发布之日起，我部不再受理全国性社会团体分支机构（包括专项基金管理机构）、代表机构的设立、变更、注销登记的申请，不再换发上述机构的登记证书，不再出具分支机构、代表机构刻制印章的证明。

2. 全国性社会团体根据本团体章程规定的宗旨和业务范围，可以自行决定分支机构、代表机构的设立、变更和终止。前述决定应当经理事会或者常务理事会议讨论通过，制作会议纪要，妥善

保存原始资料。

3. 社会团体的分支机构、代表机构是社会团体的组成部分，不具有法人资格，不得另行制订章程，在社会团体授权的范围内开展活动、发展会员，法律责任由设立该分支机构、代表机构的社会团体承担。

4. 社会团体不得设立地域性分支机构，不得在分支机构、代表机构下再设立分支机构、代表机构。（学会的36个专业分会是总会的组成部分，不具有法人资格，不得另行制订章程。只能在总会授权的范围内开展活动、发展会员，法律责任由总会承担。）

各专业分会下面不得再设立分专业委员会或地域性分支机构。

5. 社会团体的分支机构、代表机构名称不得以各类法人组织的名称命名，不得在名称中使用“中国”、“中华”、“全国”、“国家”等字样，开展活动应当使用冠有所属社会团体名称的规范全称。

6. 社会团体应当建立健全管理制度，切实加强对其分支机构、代表机构的监督管理。社会团体应当将分支机构、代表机构的财务、账户纳入社会团体统一管理，不得以设立分支机构、代表机构的名义收取或变相收取管理费、赞助费等，不得将上述机构委托其他组织运营，确保分支机构、

代表机构依法办事，按章程开展活动。

7. 社会团体应当在年度工作报告中将其分支机构、代表机构的名称、负责人、住所、设立程序、开展活动等有关情况报送业务主管单位和登记管理机关（直接登记的社会团体报送登记管理机关），接受年度检查，不得弄虚作假。同时，应当将上述信息及时向社会公开，自觉接受社会监督。（学会总部的年度工作报告要将各专业分会的名称、负责人、住所、设立程序、开展活动等有关情况报送中国科协 and 民政部接受年度检查，不得弄虚作假。同时，相关信息应及时向社会公开，自觉接受社会监督。）

学会将出台分支机构管理制度，完善分支机构负责人考核办法，签订任期目标任务书以及与挂靠单位签订责任书。

四、抓信息化工作，提升能力

学会的会议管理系统、会员管理系统、工作总部 OA 系统将尽快上线。国际化、信息化、协同化既是工作目标，也是工作方法和工作要求，对于做好学会工作具有基础性、根本性和导向性。拓展开放包容的国际化，要求科协组织适应中国科技日益走近世界舞台中央的新形势，以全

球视野重新审视学会工作，瞄准国际一流，把更多学会工作“流量”积淀升华为品牌和制度“存量”，形成中国特色、学会特点、世界水平的解决方案，着力提升国际影响力，扩大国际话语权。推进数据资源的信息化，要求学会适应社会信息化发展趋势，充分运用大数据、云计算、互联网和人工智能技术，有效整合和深度挖掘数据资源，结合关键绩效评估机制推动学会工作业务流程再造，开拓数字学会新境界，建设智慧学会。加强学会的协同化，要求进一步密切与有关部门和地方联合协同，引导服务资源下沉和精准落地，推动从重活动规模向重质量品牌转变，从利用国内资源向统筹国际国内两种资源转变，着力解决学会工作中发展不平衡不充分的问题，让更多的科技工作者和人民群众享有更深刻的获得感。

五、主要措施

1. 分工负责，明确责任。学会领导要明确分工，各项工作都有人负责。工作总部要配合各工作委员会，强化落实规划实施方案，明确任务和项目的负责部门、配合部门及负责人，明确进度和目标要求。各专业分会、也要分别制定工作重点或具体规划，报总会备案。

2. 完善机制，夯实基础。继续梳理和完善现有规章制度和流程，做到依法依规、风险防控。分支机构改革后，更要加强财政经费监管，健全内控制度。要建立有效的表彰奖励制度，鼓励先进。

3. 争取支持，筹措资金。加强学会与政府有关部门、科协等的联系与合作，积极争取政府部门及科协各方面的资金支持和政策扶持；加强对企业的服务，争取企业更多的资助；积极争取社会捐赠。开展志愿者行动，鼓励会员志愿做贡献。

4. 督促检查，全面考核。加强对规划实施情况的检查和绩效评估，定期开展总结，交流经验。

十九大的胜利召开，为我们国家开启了一个崭新的新时代。在习近平新时代中国特色社会主义思想指引下，学会也认真制定了学会事业发展五年规划和规划实施方案，为我们今后工作明确了具体的任务目标。学会工作将进入新的发展战略机遇期。但我们也会面临来自各个方面的挑战。而这种挑战是非常严峻的，有些也是我们不曾遇到过的，我们要有足够的心理准备。让我们上下一心，直面困难，夯实基础，规范运作，勇于进取，深化改革，创新工作，为争创世界一流学会而努力奋斗！ MT

2018 年中国机械工程学会期刊工作研讨会在海口召开

2018 年中国机械工程学会期刊工作研讨会于 2018 年 3 月 13 日在海口召开。34 位来自中国机械工程学会主办期刊的代表参加了本次研讨会。本次会议旨在发挥学会期刊集群优势，搭建学会期刊交流平台，促进学会期刊整合资源，协同发展，共同进步。中国机械工程学会副理事长兼秘书长陆大明、副秘书长陈超志出席了本次研讨会。

本次会议由陈超志副秘书长主持。

《机械工程学报》副主编、编辑部主任张彤以《深耕内容，优化传播，多点联动，融合发展》为题发言，分享了《机械工程学

报》近年来在数字化转型，融合发展道路上的探索和经验。

《中国机械工程》主编董仕节提出，计算机技术、网络技术的发展对纸质传媒造成“摧毁性”的打击，传统期刊该何去何从。同时，现有的学术成果评价体系引导着学术论文的流向，中文科技期刊遭遇了前所未有的困难：期刊指标不容乐观；高影响力文章稀缺，高质量原创成果不多；报道内容宽泛以致特色不鲜明，重点不突出；融合出版水平和知识服务能力急需提高。面对这一系列发展困局，《中国机械工程》深切感到自身发展面临着战略转型的严峻挑战，在今后的工作中

将致力于推进媒体融合，加速数字化转型，更好发挥期刊社会功能。

《中国表面工程》副主编谭俊以《不忘初心，坚守特色，争创精品学术期刊》为题发言，分享了《中国表面工程》近年来的数字化进展及现阶段期刊发展存在的问题。提出目前期刊的优质稿源还是偏少，同时在多媒体时代，运用传播方式多元化不够，单刊力量单薄、经费有限；网络及数字化费用较高（采编平台升级、XML 生产管理平台、数据分析平台）等问题都限制其刊物发展。

《焊接学报》编辑周珍珍提到在新媒体猛浪冲击的形势下，坚持传统媒体和新型媒体优势互补、一体发展，坚持先进的技术为支撑，内容建设为根本，推动传统媒体和新媒体在内容、渠道、平台、经营、管理等方面的深度融合。同时还提出编辑部需要加大数字化投入，并重视数字化出版的实施力度和实施效果，培养出既懂数字化出版，又懂期刊编辑的复合型人才，才是期刊做好数字化转型的重要保障。思维上由原来围绕读者受众生产内容转



期刊研讨会现场

变为根据用户需求进行产品开发,形成新媒体环境下的增值出版,满足不同用户的个性化需求。

《汽车知识》杂志社于昕旻社长提出期刊人应该思考的三个问题,即,为谁服务、何种方式服务、服务的评价与反馈。期刊人应主动出击,抓住发展机会,壮大自己,图谋发展。

《液压与气动》主编赵曼琳提到,在线投审稿平台的建设优化了稿件处理工作,提高了出版质量,随着电子化改革,引起的电子化传播,扩大了论文的影响力,更好地服务了作者和读者。但与此同时,在多维交互的环境下,面对优质稿源流失、期刊电子化呈现方式多样以致繁杂、期刊盈利点等问题有待深思。

《制造技术与机床》主编梁玉指出任何媒体平台,任何展现形式,都离不开优秀的内容创作。把握读者及客户需求,随时提供各类媒体服务。及时学习新技能,跟踪媒体技术的发展,坚决不掉队。

《润滑与密封》副主编严飞提出优秀稿件一稿难求,杂志发行量下降导致广告客户流失,数字化经营难以突破,投入不足,未找到赢利模式,编辑人才及杂志经营人才缺乏等问题。

《特种铸造及有色金属》杂志社刘卫社长以《脚踏实地走可持续发展之路》为题发言,指出互联网的快速发展,使纸质媒体

受到了巨大冲击,发行量减少,广告业务也在逐渐下滑,然而科技期刊的经营(主要是经济)手段少,造成期刊编辑部经营困难。在此背景下,期刊人需要积极调整服务理念,加强同客户的联系,为客户提供更多的商业信息,在现实许可的条件下为客户提供技术支持,利用编辑部现有的网站和微信平台等资源进行更多的宣传。

《压力容器》责任编辑周新华提到,近年来积极开展组稿工作,努力拓宽刊物稿源;坚持严格审稿制度,加强专家技术把关;始终坚持优化选题,提高刊用论文水平;报道前沿研究成果,促进行业技术进步;推广高新技术产品,促进科研成果应用;交流生产使用经验,满足经济建设需要;探索增加经营收入的新路子;顺应网络化和新媒体的发展趋势,加快期刊的传播速度和范围,扩大国内外的期刊读者群,增加期刊网络机构用户,增强期刊的国际影响力。期望中国机械工程学会能整合学会内期刊,以抱团的形式去为各期刊争取更合理的权益。

《金属热处理》副主编李俏以《行业期刊发展探索》为题发言,向与会代表分享了其刊物发展历程和成就,同时,李副主编也提出了当前工作的三个主要方面:解决来稿量与刊登稿件量的矛盾、稿源数量和质量的矛盾;

加快新媒体建设和转型,积极应对移动互联网等新媒体的冲击;深化体制改革,探索集团化、国际化发展道路。

《机械传动》主编职彦锋在会议中分享了其与数字出版商合作的经历,提出在单一编辑部与出版商沟通中的劣势地位,表达了建议学会建立期刊联盟、共谋发展、做大做强的愿望。

《机械强度》主编张帆主要介绍了其刊物目前收录情况及数字化建设情况。

在本次会议的讨论环节,各刊代表踊跃发言,讨论在阅读模式、出版形式发生巨变的新环境下转型发展的经验。在座代表表示将积极支持、配合学会期刊集群化发展,表达了在学会引领下共同进步的强烈愿望。

陆大明秘书长指出,学会期刊要针对各自的情况,制定适合自身发展的策略,找准自己的位置,以多渠道联动方式,做好数字化转型,继续发展。

陈超志副秘书长在总结发言中强调,学会期刊面对新的形势,要顺势而为,转变办刊理念,从传统单一型纸媒向全方位知识服务转变;要坚持“内容为王”,这与学会办刊的优势所在,同时要注意形式创新,多方式、多平台地做好知识传播;要充分调动青年学者的积极性,特别是在编委队伍中充实年轻力量,让他们与学会期刊共同成长。MT

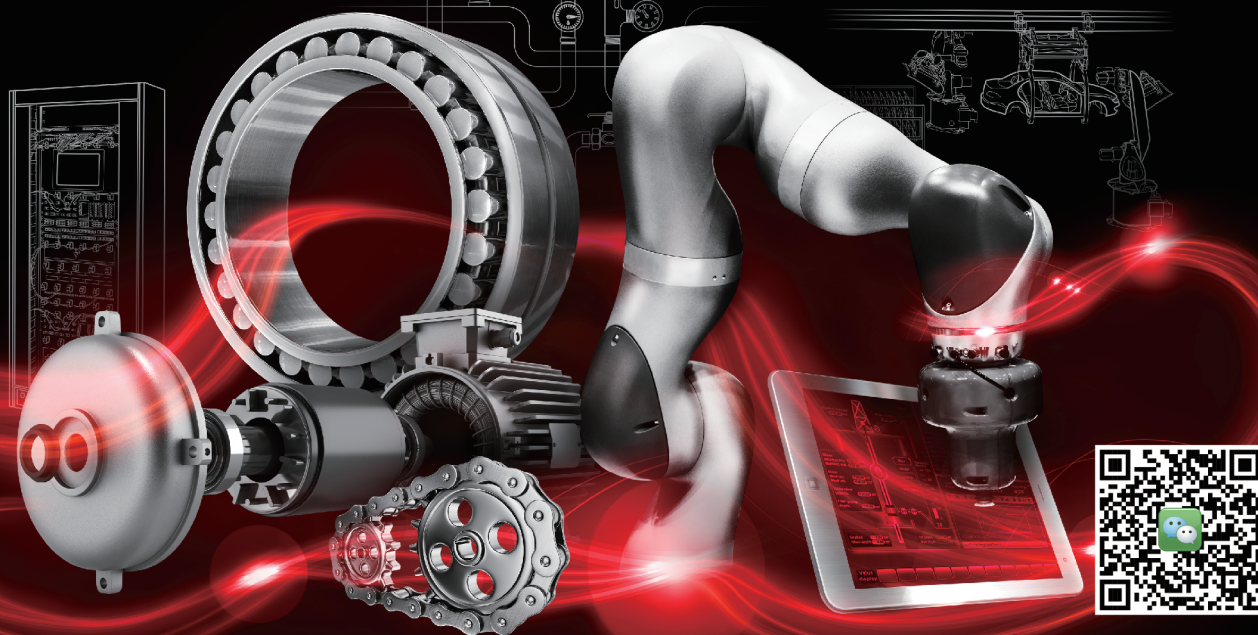
IAMD

BEIJING

中国(北京)国际工业智能及 动力传动与自动化展览会

集成自动化、工业信息技术、动力传动与
控制技术的国际盛会

2018年5月9-11日 北京展览馆



- 展品范围
- 驱动系统及零部件
 - 控制系统
 - 接口技术与能源供应
 - 工业通讯
 - 机械基础设施
 - 工业用计算机设备
 - 低电压开关装置
 - 培训及咨询服务
 - 感应技术
 - 工业自动化软件
 - 人机界面装置

· 德国**工业4.0**展示 助力中国工业转型

· 引领型**智能制造**峰会现场举办

· 多行业**应用解决方案**现场展示

· **数字化工厂**全程演绎

欲了解更多详情, 请登录 www.iamdbeijing.com www.industrial-automation-beijing.com

主办单位: 中国机械工程学会 承办单位: 汉诺威米兰展览(上海)有限公司 | 德国汉诺威展览公司 | 中国机械工程学会

更多信息请联系:

汉诺威米兰展览(上海)有限公司
联系人: 张曦 先生/谢仲佑 先生/钱凯 先生
电话: 021-5045 6700转259 / 280 / 282

传真: 021-5045 9355 / 6886 3797
邮箱: ia-beijing@hmf-china.com

中国机械工程学会
联系人: 田原 女士
电话: 010-6879 9023

传真: 010-6879 9026
邮箱: tianyuan@cmes.org



中国机械工程学会