

制造业与互联网融合的趋势和实践

谭建荣

(浙江大学计算机辅助设计与图形学国家重点实验室, 浙江 杭州 310027)

摘要: 在深入研究制造业与互联网融合的技术内涵基础上, 从深度融合的概念、方法、目标和成果 4 个角度提出了融合的技术瓶颈。针对不同领域, 详细分析了制造业与互联网深度融合的十大关键技术, 并给出了关键技术应用的不同场景。

关键词: 制造业; 互联网; 融合发展; 关键技术

中图分类号: TP393

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.2096-3750.2018.00071

Trends and practices in the integration of manufacturing and the Internet

TAN Jianrong

State Key Lab of CAD & CG, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China

Abstract: Based on the in-depth study of the technical connotation of the integration of manufacturing industry and Internet, the technical bottleneck of the integration was put forward from four perspectives of the concept, method, goal and achievement of the deep integration. In view of different fields, ten key technologies of deep integration of manufacturing industry and Internet were analyzed in detail. And the different scenarios of key technology application were given.

Key words: manufacturing, Internet, integrated development, key technology

1 引言

制造业是国民经济的主体, 是实施“互联网+”行动的主战场。我国是制造业大国, 也是互联网大国, 推动制造业与互联网融合, 有利于形成叠加效应、聚合效应和倍增效应, 加快新旧发展动能和生产体系转换, 前景广阔、潜力巨大。

当前, 我国制造业与互联网融合的步伐不断加快, 在激发“双创”活力、培育新模式和新业态、推进供给侧结构性改革等方面已初显成效, 为进一步深化制造业与互联网融合发展, 推进“互联网+”行动, 加快制造强国建设, 国务院于 2016 年印发《关于深化制造业与互联网融合发展的指导意见》^[1], 明确了包括支持制造企业与互联网企业跨界融合, 培育制造业与互联网融合新模式, 强化融合发展基础支撑, 提升融合发展系统解决方案能力等在内深化

制造业与互联网融合发展的 7 项主要任务, 为行业探索制造业与互联网融合发展的趋势指明了方向。

2 制造业的历史发展

制造业是按照市场要求, 在机械工业时代对制造资源(设备、能源、物料、工具、技术、资金、信息和人力等), 通过制造的过程转化为可供人们使用和利用的工具、工业产品和生活产品的行业。制造业是一个传统产业, 是国民经济的主体, 也是体现一个国家科技水平与综合实力的重要标志, 对于世界各国来说, 制造业的强大与否直接关系到生产力发展水平。

纵观制造业的发展史, 不同阶段的生产力有不同特点。农业社会分工不发达, 社会分化程度低下, 原始农业是以人力、畜力为主要劳动力, 以简单的手工农具为设备将物质加工成材料; 与农业社会不

同, 工业社会是指以工业生产为核心竞争力的社会, 科学技术逐渐发展, 生产效率得到有效提高, 主要依靠动力工具将能量进行转化; 21 世纪是信息技术引领的知识社会, 生存工具转变为知识和智慧, 信息是最受重视的战略性资源, 知识创新则成为这一时代最主要的生产力。

制造业经过近千年的发展, 直到 20 世纪末, 全球制造业发生了重大变化。这种变化来自企业外部的变化和企业内部的变化两方面。企业外部变化: 经历了以产品为中心到以市场为中心, 进而转变为以顾客为中心; 企业内部变化: 由企业外部变化产生, 包括产品的个性化需求和多样性特点日益突出, 给制造企业带来了巨大挑战, 如何提升制造业的水平和层次成为目前企业内部管理人员、工程技术人员和从事制造业研究的科技人员面临的新课题。

在这样的环境下, 世界各国对制造业高度重视, 相继出台了一些战略计划以加强制造业发展。美国率先提出了“先进制造业国家战略计划”, 强调包括先进制造的感知控制技术、智能制造技术平台和先进材料制造在内的 3 项优先突破技术。德国则提出了“工业 4.0”战略, 智能物流、智能工厂和智能生产是战略的三大主题。在此基础上, 我国提出了强调数字化制造、网络化制造和智能化制造 3 个核心的计划。制造业发展的必然趋势是从数字制造到智能制造的转变, 这也是美国“先进制造业国家战略计划”、德国“工业 4.0”等国家战略计划的重要内容之一。创新不足则是制约目前国内制造业发展的主要障碍之一, 制造业的市场需求出现了从批量化向定制化、从单一化向多品种、从研发周期长向快速迭代、从大众化向高端化发展的四大变化。在这些变化的背后, 以互联网、物联网等为代表的信息技术给制造业发展带来了新动能, 这对传统制造业来说既是机遇、也是挑战。

3 制造业与互联网的深度融合与协同

对于智能制造的定义, 智者见智, 仁者见仁。简单来说, 智能制造就是人工智能与制造技术的深度融合, 也是人工智能在制造业中的典型应用。大数据、虚拟现实和模式识别是目前智能制造领域的热点技术, 这 3 项主要技术对制造业产生了深刻的影响。

经过 60 多年的演进, 特别是在移动互联网、

大数据、超级计算、传感网、脑科学等新理论、新技术以及经济社会发展强烈需求的共同驱动下, 人工智能加速发展, 呈现出深度学习、跨界融合、人机协同、群智开放和自主操控等新特征^[2]。2016 年, 国家发展和改革委员会印发了《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》的通知, 从科技研发、应用推广和产业发展等方面提出了一系列措施。习近平总书记也在 2018 世界人工智能大会的贺信中表示, 新一代人工智能正在全球范围内蓬勃兴起, 为经济社会发展注入了新动能, 正在深刻改变人们的生产和生活方式。

随着各行各业对人工智能技术的广泛应用, 智能制造被纳入人工智能 2.0 的范畴, 并形成了 4 项新技术, 包括交互技术、感知技术、学习技术和决策技术。而制造业技术从成型规律来看也分为 4 类: 第一类是金属成型制造, 成型制造就是等材制造, 而飞机的生产涉及的是增材制造, 无论是哪一种制造, 都涉及设计技术, 首先要从设计上突破, 增材制造应真正体现效益, 发挥技术亮点; 第二类是加工技术; 第三类是装配技术; 第四类是服务技术。将这 4 项技术进行融合, 也就是把工业互联网的交互技术、感知技术、学习技术以及决策技术运用到制造业的设计、加工、装配、服务全过程中。

制造业与互联网的融合就是把信息化的交互、感知、学习、决策技术与制造业的设计、加工、装配、服务技术进行深度融合。融合会产生协同性问题, 与其他行业的协同性不同, 智能制造领域的协同性问题主要涉及 4 个方面: 第一是语义协同; 第二是时效协同; 第三是异构信息协同; 第四是跨领域协同。

4 融合的技术瓶颈

国家不同的发展阶段对深度融合有不同要求, 江泽民总书记曾经提出信息化带动数字化, 胡锦涛总书记提出以信息技术带动实体经济融合发展, 而到了十八大以后, 习近平总书记提出工业互联网与实体经济, 特别是与制造业深度融合。深度融合是同步、协调的融合, 包括工业互联网技术与企业客户的融合、与产品的融合、与技术的融合、与资源的融合、与设备的融合以及与整个环境的融合。融合的目标和效果则是希望能构成一个协同设计制造的支撑平台, 包括硬件和软件。

制造业与互联网的融合, 本质上是提升制造业

的水平和层次，通过工业大数据支撑下的协同设计、协调加工、协同装配、协调服务，才能真正把制造业和互联网技术有机融合起来。而异构集成、实时共享、知识推送是三大瓶颈，其中，异构集成是当前面临的最大的瓶颈。异构集成可以理解为企业使用的不同软件之间如何进行系统集成；实时共享中的实时性最关键；对于如何使用知识推送，互联网技术的应用实际就是知识的运用，人们可以通过互联网获取自己需要的知识，互联网如何把正确的知识推送给不同职业的、有不同需求的人是十分重要的。

未来，制造业要围绕智能化、互联网化进行创新，把基础研究、应用基础研究与产业化进行有机协调和协同，尤其是要把握好创新的“五要素”，即创新的技术、创新的产品、创新的平台、创新的环境和创新的人才关系。

5 制造业与互联网深度融合的十大关键技术

1) 客户需求与概念设计的深度融合

为提升方案生成的准确性和客户满意度，要将客户需求与概念设计进行深度融合；以客户需求满足度、产品创新度和产品创新成本为目标建立深度融合优化模型；采用改进的快速非支配排序遗传算法对该优化模型求解。

2) 几何模型与物理性能的深度融合

几何模型是数字化模型的基础，实现产品在几何构建、功能仿真、物理性能等方面的深度融合交互建模与分析。几何模型与物理性能的深度融合对设计创新、提高设计质量、减少设计错误有重要意义。

3) 数字样机与计算实验的深度融合

数字样机是指在计算机上表达的机械产品征集或子系统的数字化模型，它与真实物理产品之间的比例为 1:1，且具有精确尺寸表达，能够实现用数字样机验证物理样机功能和性能的作用。

4) 制造资源与制造知识的深度融合

通过网络将分散在各个企业中的制造资源实现共享和优化利用是深度融合制造模式的重要特征之一。构建能集成多方面资源、具有多种功能的资源集成平台将成为深度融合制造的一种重要技术使能工具，可以有效地支持企业实施深度融合制造。

5) 整个生产作业流程与时序节拍的深度融合

6) 精准生产与现场管理的深度融合

现场管理方法体系能够有效改善作业地的作

业条件，提高现场作业者与设备之间人机交互的效率，降低物料搬运成本和生产过程中的不必要浪费，提高精准生产效率。

7) 人、机器人与机器的深度融合

人类与机器的关系相辅相成，一方面，机器人能被训练成为人类的得力助手；另一方面，人类也在操控、训练机器人的过程中掌握了有价值的科学技能和方法。

8) 创新设计与智能制造的深度融合

创新设计是指充分发挥设计者的创造力，利用人类已有的相关科技成果进行创新构思，设计出具有科学性、创造性、新颖性及实用成果性的一种实践活动。

9) 批量产品与客户定制的深度融合

批量生产是指企业（或车间）在一定时期内，一次出产的，在质量、结构和制造方法上完全相同产品（或零部件）的数量。生产企业既要满足客户需求，也要提高效率，发挥批量生产的优势，要将两种生产模式相结合，而不能从一个极端走向另一个极端。现在有的企业认为自己的产品是百分之百定制，是因为没有明确定制的含义，定制是将定制和批量生产融合的结果。

10) 软件技术与硬件设备的深度融合

软、硬件之间的交互受到很大限制，二者之间的相互性能影响也很难评估，系统集成相对滞后，NRE 较大。因此，制造业与互联网深度融合，必须使软件技术与硬件技术深度融合。

目前，这十大关键技术有以下典型产品中得到应用。

- 电梯产品大批量定制与数字化智能化技术。
- 超大型低能耗空分装备设计制造基础技术。
- 高档数控机床数字化智能化设计关键技术。
- 大吨位深拉伸液压装备设计制造关键技术。
- 一类高端龙门加工中心创新设计关键技术。
- 数控机床远程监控、诊断与虚拟维修技术。
- 大型舰船分段制造作业流程模拟优化技术。
- 航天产品数字化智能化加工装配关键技术。

6 结束语

制造业与互联网融合发展，大力推进信息化与工业化深度融合，加快新旧发展动能和生产体系转换，提高供给体系的质量效率层次，对于推动我国制造业转型升级、重塑国际竞争新优势具有重大战

略意义^[3]。积极探索制造业与互联网融合的关键技术和应用场景,为新时代下制造业的发展转型提供借鉴参考。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国国务院. 国务院关于深化制造业与互联网融合发展的指导意见[Z]. 国发(2016) 28号, 2016.
- [2] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 关于印发《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》的通知[Z]. 发改高技(2016) 1078号, 2016.

- [3] 中华人民共和国工业和信息化部. 关于印发信息化和工业化融合发展规划(2016-2020年)的通知[Z]. 工信部规(2016) 333号, 2016.

[作者简介]



谭建荣(1954-),男,中国工程院院士,机械工程专家,浙江大学“求是学者”特聘教授、博士生导师,机械工程系主任,主要研究方向为机械设计及理论、计算机辅助设计与图形学、数字化设计与制造等。