

The Value and Governance of Industrial Big Data

Kan Xu¹, Suoyuan Li², Shuquan Zheng¹

¹Shanghai Development Center of Computer Software Technology, Shanghai

²Shanghai Industrial Technology Institute, Shanghai

Email: herosophia@163.com

Received: Sep. 24th, 2017; accepted: Oct. 8th, 2017; published: Oct. 16th, 2017

Abstract

Nowadays, China's manufacturing enterprises are facing the challenge of transformation and upgrading. It is their core concern that how to take full advantage of advanced technology such as industrial big data to achieve their transformation and upgrading and eventually make fortunes. This paper introduces the definition and characteristics of industrial big data, reference architecture, strategic role and 4 kinds of innovative business model to illustrate the meaning and ways of industrial big data to enterprises' profits. Moreover, a case is applied to clarify how industrial big data are used to achieve enterprises' profits.

Keywords

Industrial Big Data, Value, Enterprises' Profits, Governance, Business Model

工业大数据价值与治理

徐侃¹, 李索远², 郑树泉¹

¹上海计算机软件技术开发中心, 上海

²上海产业技术研究院, 上海

Email: herosophia@163.com

收稿日期: 2017年9月24日; 录用日期: 2017年10月8日; 发布日期: 2017年10月16日

摘要

中国的制造业企业正面临转型升级的挑战, 如何掌握以工业大数据为代表的先进技术实现企业价值是企业关注的核心问题。本文通过介绍工业大数据的定义、特征、参考架构、战略作用及4种商业创新模式阐

文章引用: 徐侃, 李索远, 郑树泉. 工业大数据价值与治理[J]. 现代管理, 2017, 7(5): 245-252.

DOI: 10.12677/mm.2017.75034

明了工业大数据对企业实现价值的意义及途径, 并进一步结合案例论证工业大数据如何帮助企业实现价值。

关键词

工业大数据, 价值, 企业利润, 治理, 商业模式

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 背景

制造业是国民经济的主体, 是立国之本。自建国至今, 我国制造业持续发展, 建成了门类齐全、独立完整的产业体系, 有力推动工业化和现代化进程, 显著增强综合国力。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、产业结构水平、信息化程度、质量效益等方面差距明显, 转型升级和跨越发展的任务紧迫而艰巨。针对这一现状, 国务院印发《中国制造 2025》通知, 提出推进信息化与工业化深度融合的战略任务, 把智能制造作为两化深度融合的主攻方向; 着力发展智能装备和智能产品, 推进生产过程智能化, 培育新型生产方式, 全面提升企业研发、生产、管理和服务的智能化水平。工业大数据作为智能制造的核心在企业研发设计、生产制造、经营管理、销售服务等全流程和全产业链中发挥着重要的综合集成应用, 而且支持制造创新、推动转型升级。

2. 工业大数据的定义及特征

工业大数据是指在工业领域中, 围绕典型智能制造模式, 从客户需求到销售、订单、计划、研发、设计、工艺、制造、采购、供应、库存、发货和交付、售后服务、运维、报废或回收再制造等整个产品全生命周期各个环节所产生的各类数据及相关技术和应用的总称。其以产品数据为核心, 极大延展了传统工业数据范围, 同时还包括工业大数据相关技术和应用。具有一般大数据容量大、种类多、速度快和价值密度低的特征外, 还具有高准确性、闭环性等特征。

工业大数据的主要来源于企业生产经营相关业务数据、工业设备物联网数据和工业企业生产活动和产品相关的企业外部互联网数据。

而工业大数据技术是使工业大数据中所蕴含的价值得以挖掘和展现的一系列技术与方法, 包括数据规划、采集、预处理、存储、分析挖掘、可视化和智能控制等。工业大数据应用, 则是对特定的工业大数据集, 集成应用工业大数据系列技术与方法, 获得有价值信息的过程。工业大数据技术的研究与突破, 其本质目标就是从复杂的数据集中发现新的模式与知识, 挖掘得到有价值的新信息, 从而促进制造型企业的产品创新、提升经营水平和生产运作效率以及拓展新型商业模式。

3. 工业大数据参考架构

3.1. 工业 4.0 参考架构

工业 4.0 是德国科学与技术研究院(Acatech)在 agendaCPS 研究项目中提出的, 它是 CPS (Cyber-Physical Systems, 即信息物理系统)在制造业的应用。

德国是制造业大国, 在嵌入式系统和自动化工程领域具有很高的技术水平。为了巩固其世界制造业龙头的地位, 2015 年, 由德国工程院牵头发布《德国工业 4.0 战略规划报告》明确提出了 RAMI4.0 为核心的基础框

架体系,以期从制造业出发,凭借其过硬的装备制造业实力利用信息技术等手段“自下而上”改造制造业。其核心内容是从信息技术、生命周期和价值流和企业纵向层三个维度展示工业 4.0 架构,工业 4.0 组件模型[1]。

3.2. 工业互联网架构

2011 年美国 GE (通用电器公司)总裁伊梅尔特提出了“工业互联网”的概念。2012 年,美国发布了工业互联网战略。

与制造业强国德国不同,美国在信息技术领域独占鳌头,因此,美国希望从 CPU、系统、软件、互联网等信息端,通过大数据分析等工具“自上而下”重塑制造业。2015 年,美国工业互联网联盟 IIC 提出工业互联网参考架构,其核心内容是针对工业互联网具有跨行业适用性的参考架构[2]。

3.3. 工业价值链参考架构 IVRA

2016 年 12 月 8 日,日本工业价值链参考架构 IVRA (Industrial Value Chain Reference Architecture)的正式发布,标志了日本制造优势的智能工厂得以互联互通的基本模式形成。

为了应对以德国工业 4.0 为代表的全球制造业升级战略,日本采取了三个系列的实施行动来推进制造业的升级。一是推动工业价值链 IVI 的发展,建立日本制造的联合体王国,二是通过机器人革命计划协议会,以工业机械、中小企业为突破口,探索领域协调及企业合作的方式,三是利用 IoT 推进实验室,加大与其他领域合作的新型业务的创新[3]。

3.4. 智能制造系统架构

“中国制造 2025”是中国政府实施制造强国战略第一个十年的行动纲领。通过信息化和工业化两化深度融合来引领和带动整个制造业的发展实现“中国制造 2025”的目标,实现技术、产品、业务的融合和产业衍生。并且通过智能工厂的建设从而实现智能生产和智能制造,实现由集中生产向网络化异地协同生产转变、由传统制造企业想跨界融合企业转变以及由大规模批量生产向大规模定制生产转变。

2015 年,中国国家标准化管理委员会生命周期、系统层级和智能功能三个维度构建了智能制造系统架构[4]。

3.5. 工业大数据架构

架构(Architecture)一词起初来源于建筑,其核心是通过一系列的构件组合来承载上层传递的压力。系统架构是“一个系统的基本组成方式和遵循的设计原则,以及系统与组件、组件之间及系统与外部环境的相互关系”,为了更好地理解工业大数据内涵,使得工业大数据相关从业人员之间有个沟通工具,在参考了德国工业 4.0 参考架构、美国工业互联网架构及中国制造 2025 标准体系的基础上,构造了工业大数据架构图,提出了一种工业大数据参考架构,为跨产业的大数据应用提供了一个具有通用性和一致性的架构模板和方法论。该架构包含三个维度:生命周期与价值流、企业纵向层和 IT 价值链,其中,生命周期与价值流维度分为三个阶段:研发与设计、生产与供应链管理及运维与服务,分别讨论各阶段的数据类型、应用及价值创新;企业纵向层从下至上包含信息物理系统 CPS、管理信息系统 MIS 和互联平台系统 Internet+,分别讨论企业各层为实现工业大数据应用及工业转型所需进行的工作;IT 价值链讨论指导工业大数据落地的业务架构、信息系统架构和技术架构,且在技术架构中,针对工业大数据及工业企业的特点对实现工业大数据应用所需的技术组件进行了讨论。工业大数据架构见图 1 [5]。

4. 工业大数据的治理

工业大数据治理是对组织的工业大数据管理和利用进行评估、指导和监督的体系框架。它通过制定战略方针、建立组织架构、明确职责分工等,实现工业大数据的风险可控、安全合规、绩效提升和价值

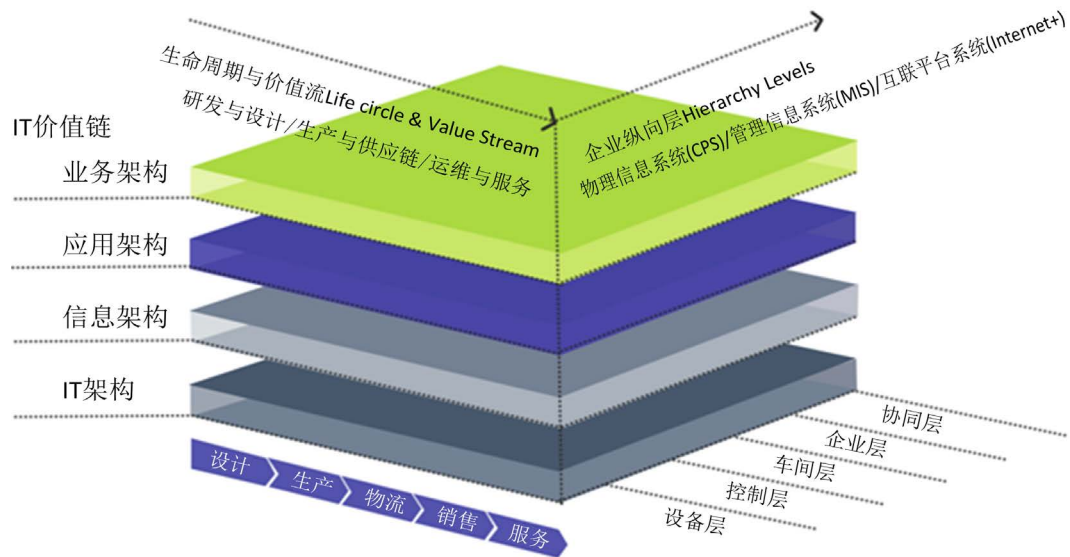


Figure 1. Industrial big data reference architecture

图 1. 工业大数据架构

创造，并提供不断创新的大数据服务[6]。

工业大数据治理对于确保工业大数据的优化、共享和安全是至关重要的。有效的工业大数据治理计划可通过改进决策、缩减成本、降低风险和提高安全合规等方式，将价值回馈于业务，并最终体现为增加收入和利润。工业大数据治理的作用可以概括为四点：1) 有效的工业大数据治理能够促进工业大数据服务创新和价值制造；2) 科学的工业大数据治理框架有助于提升组织的工业大数据管理和决策水平；3) 有效的工业大数据治理能够产生高质量的数据，增强数据可信度，降低成本；4) 有效的工业大数据治理有助于提高合规监管和安全控制，并降低风险。

工业大数据治理应秉持战略一致、风险可控、运营合规、绩效提升原则，其治理领域包括：战略、组织、工业大数据质量、工业大数据安全、工业大数据创新应用、工业大数据生命周期和工业大数据架构。

工业大数据作为制造企业的重要战略，不仅可以用来提升企业的运行效率，而且可以用来支持商业流程及商业模式创新，具体体现在智能化生产、网络协同、个性化定制、远程服务、平台化应用等诸多应用场景中。通过为工业大数据业务战略规划和构建企业架构，从而获得工业大数据的价值；并将获得的价值与企业战略和业务战略的预期和远景进行比对进而形成可持续改善的闭环。如图 2 所示。

制造企业需根据自身的竞争优势收集、整理、分析和总结出本企业的业务如组织结构、提供的产品和服务、市场和客户、资源和企业潜能、利益相关者以及这些功能和实体之间的关系，从而建立一个清晰的工业大数据业务架构以及与其一致的信息化战略。

5. 工业大数据的战略作用

对一个制造型企业来说，大数据不仅可以用来提升企业的运行效率，更加重要的是如何通过大数据等新一代信息技术所提供的能力来改变商业流程及商业模式。从企业战略管理这个视角来分析大数据及相关技术与企业战略之间的三种主要关系，详见图 3。

- 大数据与核心能力：大数据可以用于提升企业的运行效率，增强企业核心能力。
- 大数据与价值链：大数据及相关技术可以帮助企业扁平化运行、加快信息在产品生产制造过程中的流动。
- 大数据与制造模式：大数据可帮助改变制造模式，形成新的商业模式。其中比较典型的智能制造模式有自动化生产、个性化制造、网络化协调及服务化转型等。

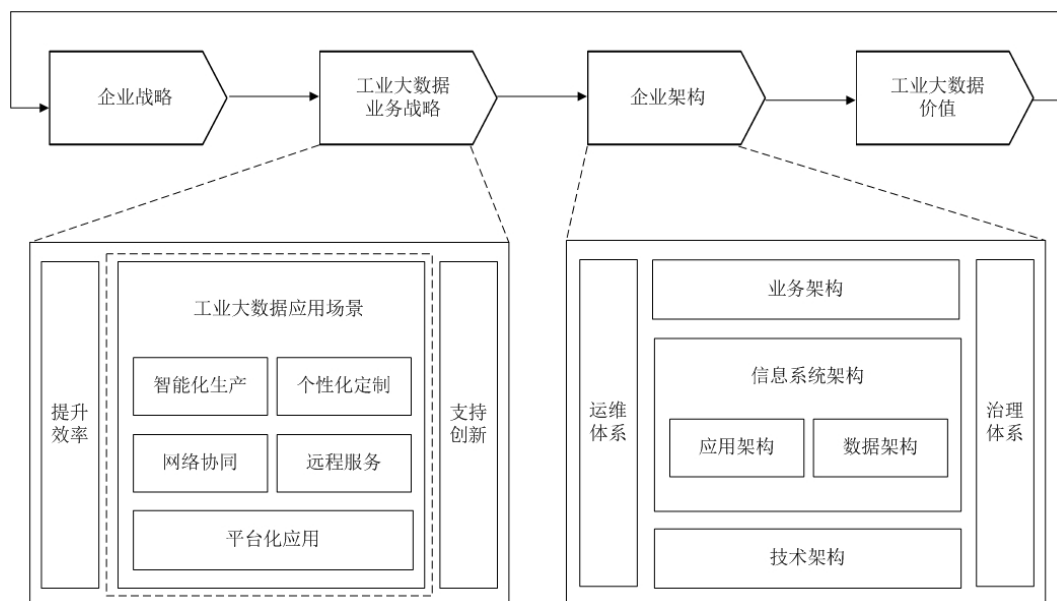


Figure 2. The business strategies of industrial big data and enterprises' architecture
图 2. 工业大数据业务战略与企业架构

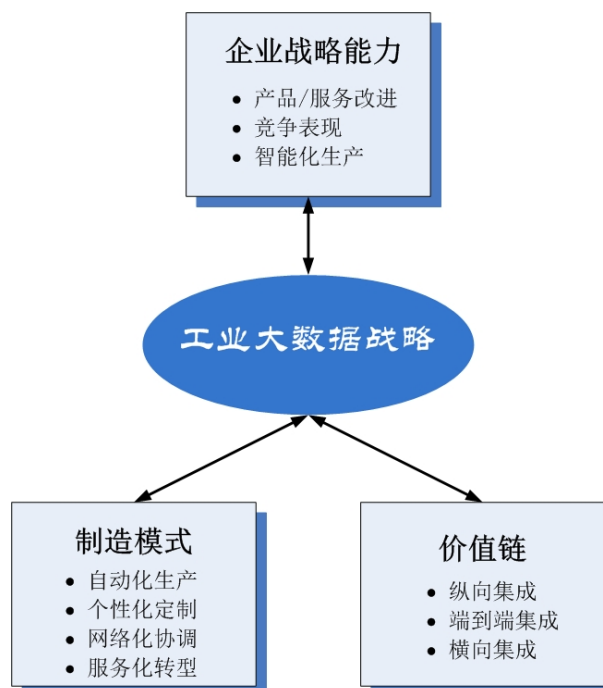


Figure 3. The strategic role of industrial big data
图 3. 工业大数据的战略作用

企业核心能力是指企业内部一系列互补的技能和知识的结合，它具有使一项或多项业务达到竞争领域一流水平的能力。核心能力由洞察预见能力和前线执行能力构成。洞察预见能力主要来源于科学技术知识、独有的数据、产品的创造性、卓越的分析和推理能力等；前线执行能力产生于这样一种情形：最终产品或服务的质量会因前线工作人员的工作质量而发生改变。企业核心能力是企业的整体资源，它涉及企业的技术、人才、管理、文化和凝聚力等各方面，是企业各部门和全体员工的共同行为，一个企业

只有具备在成功要求上运作的能力也即企业战略能力并具有相应的组织资源才能生存，大数据可以在提升企业高层的洞察预见能力和企业执行层的工作和服务能力上发挥作用。

6. 大数据与企业商业模式

大数据不仅可以用来提升企业的运行效率，而且可以用来支持商业流程及商业模式变革[7]，可归纳为以下四种模式：“个性化定制”、“智能化制造”、“协同化生产”、“服务化延伸”。

6.1. 个性化定制

作为传统工业向智能制造阶段过渡的重要标志，个性化定制利用互联网平台和智能工厂建设，将用户需求直接转化为生产排单，开展以用户为中心的个性定制与按需生产，有效满足市场多样化需求，解决制造业长期存在的库存和产能问题，实现产销动态平衡。

实现个性化定制就是实现数据流动的自动化。工业大数据技术的应用可以实现数据流动的自动化。随着各种设计工具、仿真模型、管理软件、生产设备积累的数据的积累，信息物理系统可以在企业研发、测试、生产、物流、管理、服务等环节，在企业横向、纵向和产品全生命周期数据集成过程中，实现没有人为干预的数据互联、互通、互操作，即看不见的自动化。

6.2. 智能化生产

智能化生产的发展趋势是整合物料、能源、设备，资金、技术、信息和人力等一系列制造资源，通过先进的制造技术、先进的管理技术和先进的制造过程生产出高质量、高效率、高柔性、低成本、低劳动力、低消耗、多品种、全规格的产品。智能装备和现代生产工艺在重点行业不断普及，生产过程信息化向纵深发展。

利用工业大数据技术可以对工业制造生产线上采集的各种状态参数进行多种分析，例如设备诊断、用电量分析、能耗分析、质量事故分析(包括违反生产规定、零部件故障)等。首先，使用这些大数据，就能分析整个生产流程，了解每个环节是如何执行的，一旦有某个流程偏离了标准工艺，就会产生一个报警信号，能更快速地发现错误或者瓶颈所在，也就能更容易解决问题。其次，利用大数据技术，还可以对生产过程建立虚拟模型，仿真并优化生产流程，将有助于制造商改进其生产流程。再如，在能耗分析方面，在设备生产过程中利用传感器集中监控所有的生产流程，能够发现能耗的异常或峰值情形，通过大数据分析技术其原因，从而在生产过程中优化能源的消耗。

而对于多品种小批量的生产模式，数据的精细化实时采集(如MES、DCS等系统的数据)及多变性将导致数据剧烈增大，再加上十几年的信息化的历史数据，对于需要快速响应的APS来说，是一个巨大的机遇。大数据可以给予企业更详细的数据信息，发现历史预测与实际的偏差概率，结合各种约束条件，通过智能优化算法，制定预计划排产，并监控计划与现场实际的偏差，动态的调整计划排产。从而帮企业规避“画像”的缺陷，直接将群体特征直接赋给个体(工作中心数据直接改变为具体一个设备、人员、模具等数据)，通过数据的关联分析并监控它，企业就能规划未来。

6.3. 网络化协同

网络化协同制造的核心是企业间研发设计和供应链管理的协同，对应两化融合的横向集成，是企业进入综合集成阶段的重要标志。

网络化协同制造并不是一个新的概念，航空、汽车等行业开展网络化协同制造已经有几十年的历史。例如中国商飞公司研制的C919大型客机，通过网络化协同制造平台，实现了供应商的跨领域多主体全球化的协同创新，缩短了研制周期、降低了研制成本，提高了研制质量和研制效率。

随着新一代信息通信技术的发展,赋予了网络化协同制造新的内涵。企业借助互联网或工业云平台,发展企业间协同研发、众包设计、供应链协同等新模式,能有效降低资源获取成本,大幅延伸资源利用范围,打破封闭疆界,加速从单打独斗向产业协同转变,促进产业整体竞争力提升。

6.4. 服务化延伸

制造业服务化就是制造企业为了获取竞争优势,将价值链由以制造为中心向以服务为中心转变。制造业服务化具有两层含义:一是内部服务的效率对制造业企业竞争力来说日益重要。二是与产品相关的外部服务对顾客来说复杂性和重要性日益提高。工业大数据不仅可以促进内部和外部服务效率的提升,而且可以通过智能服务提升服务的价值。

工业领域智能服务的本质就是智能产品加上感知控制能力和大数据分析,通过对产品使用过程中的自身工作状况、周边环境、用户操作行为等数据的采集和分析,可以提供在线健康检测、故障诊断预警等服务,以及支持在线租用、按使用付费等新的服务模型,创造产品新的价值,实现制造企业的服务化转型。

7. 案例分析

罗想开发的一套个性化定制智能平台设计方案是工业大数据通过个性化定制、智能化制造、协同化生产、服务化衍生这四种商业模式实现企业成本降低,企业效率提升,从而为企业创造价值的一个例子。

苏州罗想软件股份有限公司(简称罗想)是专为制造型企业提供信息化管理解决方案的IT公司。以个性化定制智能平台以参数化设计为基础,可实现基于产品参数的贯穿销售、设计、制造、供应链、交付、服务全生命周期的制造和服务管理,为装备制造业打造基于个性化定制的智能工厂。

罗想通过信息化规划为英沃开发了个性化定制智能平台,利用网络将电梯终端客户的需求和数据传输到平台中心数据库,采用云计算和物联网技术,实现从报价、设计、制造、服务全流程的智能化、自动化、数据化、网络化的处理,完成面向电梯终端客户的个性化定制生产和服务。

该平台对内通过产品参数化图形化建模,网络化的供应链协同,建立客户个性化需求与工厂制造资源端到端自动连接和互动;对外则通过众筹众包模式和平台更好整合市场和服务资源。从而能更好地帮助企业构建C2M的现代经营模式,实现快速的产品和服务响应、专业的制造能力、高性价比满足用户大规模定制化生产需要。

C2M电梯个性化定制智能平台引领英沃电梯从传统电梯生产流程向智能化生产流程转型,实现电梯产品全生命周期管理。为广大电梯企业提供典型示范作用,从而可以在整个行业进行推广应用。

例如在制造执行过程中通过采集订单和用户需求中的产品参数系统将自动生成的产品图纸、结构、工艺信息、生产采购计划和车间排产计划,从而实现对供应链的整合;掌握生产投料、产品加工数量、进度、质量等信息;同时通过对设备等数据的采集掌握设备状态等信息。实现实时动态反映生产过程、调节生产计划、控制加工质量、记录加工成本等功能。

又如在售后维保过程中重点进行电梯售后和维修保养处理和记录,记录对应运行参数、零部件或装箱件易出现的使用故障和问题,确定是否有和设计相关的问题和参数,以便于优化设计,减少运行故障。系统与物联网系统集成采集产品运行状态和运行参数数据,对产品运行状态监控和预警,生成预防式维修保养计划,再根据计划准备备件实施维修及保养,并记录维护保养执行情况,掌握客户服务投诉处理、维保信息追溯、维护保养服务处理时间、成本、质量等信息。

C2M电梯个性化定制智能平台通过持续的数据积累,最终形成研发、生产、质量、服务、运营大数据,构建电梯行业数据中心,可实现电梯行业以用户为中心的智能分析。

通过实施C2M电梯个性化定制智能平台,英沃电梯取得的应用价值成果如表1所示。

Table 1. Application value results of personalized customization intelligent platform
表 1. 个性化定制智能平台的应用价值成果

指标项	价值点	上线之前	上线之后
交货周期	合同处理时间	7 天	2 天(降 71%)
	订单分解和制定计划时间	3 天	0.5 天(降 83%)
	生产和采购周期	10 天	7 天(降 30%)
工作量	合同处理人员	6 人	2 人(降 67%)
	计划制定人员	4 人	1 人(降 75%)
	相关统计人员	5 人	2 人(降 60%)
质量管控	计划制定的错误率	10%	1% (降 90%)
	装箱发货缺件漏件情况	20%	1% (降 94%)
	成本计算的准确率	0	90% (提升 90 个百分点)
资金周转	年库存周转次数	5 次	10 次(提升 100%)

8. 结论

中国的制造业企业正面临转型升级的挑战, 如何利用以工业大数据为代表的先进技术实现企业价值是企业应该关注的核心问题。本文通过对工业大数据的概念、架构、治理要求、战略作用及商业模式等的论述, 阐明了工业大数据对企业的价值和实现途径, 并通过案例论证了大数据商业模式创新可以帮助企业实现价值。希望这些成果可以给关注工业大数据及其价值的读者们提供参考。大数据的价值仍是一个较新的概念, 值得大数据领域的专家和企业共同交流、探讨, 为实现我国制造业的转型升级共同努力。

参考文献 (References)

- [1] 德国联邦教育研究部工业 4.0 工作组编, 中国工程院咨询服务中心供稿. 德国工业 4.0 战略计划实施建议[EB/OL]. <https://wenku.baidu.com/view/dc7fdf4fc5da50e2524d7f7e.html>, 2013.
- [2] Industrial Internet Consortium, Industrial Internet Reference Architecture (Version 1.7). tech-arch.tr.004.
- [3] 王建民. 工业大数据技术[J]. 电信网技术, 2016(8): 1-5.
- [4] 辛国斌, 田世宏. 国家智能制造标准体系建设指南[M]. 北京: 电子工业出版社, 2016.
- [5] 郑树泉, 宗宇伟, 董文生, 丁志刚. 工业大数据技术与架构[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2017.
- [6] 张绍华, 潘蓉, 宗宇伟. 大数据治理与服务[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2017.
- [7] 李杰. 工业大数据——工业 4.0 时代的工业转型与价值创造[M]. 邱伯华, 等, 译. 北京: 机械工业出版社, 2015.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2160-7311, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: mm@hanspub.org