

对新形势下工业大数据应用需求、技术演进和
实施策略的阶段性提炼和总结，与业界分享，
共同推动我国工业大数据产业进步和应用繁荣。

工业大数据 技术与应用实践 (2017)

工业互联网产业联盟工业大数据特设组◎编

在工业大数据应用案例部分，相关企业结合自身业务痛点，
深入分析和总结了工业大数据应用过程中的
做法和经验，提供了实践支撑。


 中国工信出版集团

 电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONIC INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>



工业大数据 技术与应用实践 (2017)

工业互联网产业联盟工业大数据特设组 编



电子工业出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

内 容 简 介

《中国制造 2025》规划明确提出，工业大数据是我国制造业转型升级的重要战略资源。为此，在工业互联网产业联盟的指导下，总体组下辖的工业大数据特设组主持编写了本书。全书共 7 章；第 1 章重点阐述工业大数据的概念、价值和历史由来；第 2 章重点介绍工业大数据的典型应用场景；第 3、4 章分别从业务和技术两个角度探讨了工业大数据的实施路径和系统架构；第 5、6 章介绍了工业大数据管理与分析的关键技术；第 7 章介绍了 8 个工业大数据典型应用案例。最后，结语部分展望了我国工业大数据的未来愿景。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究

图书在版编目 (CIP) 数据

工业大数据技术与应用实践. 2017 / 工业互联网产业联盟工业大数据特设组编. —北京：电子工业出版社，2017.10
ISBN 978-7-121-32656-1

I. ①工… II. ①工… III. ①制造业—数据管理—研究—中国 IV. ①F426.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 220502 号

策划编辑：齐 岳 郭穗娟

责任编辑：郭穗娟

印 刷：涿州市京南印刷厂

装 订：涿州市京南印刷厂

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本：880×1 230 1/32 印张：5.25 字数：112 千字

版 次：2017 年 10 月第 1 版

印 次：2017 年 10 月第 1 次印刷

定 价：59.90 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888，88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：(010) 88254502，guosj@phei.com.cn。

序言 / Preface

拥抱工业大数据到来的新时代

当前，以大数据、云计算、移动物联网等为代表的新一轮科技革命席卷全球，正在构筑信息互通、资源共享、能力协同、开放合作的制造业新体系，极大地扩展了制造业创新与发展空间。新一代信息通信技术的发展驱动制造业迈向转型升级的新阶段——数据驱动的新阶段，这是在新的技术条件下制造业生产全流程、全产业链、产品全生命周期的数据可获取、可分析、可执行的必然结果，也是制造业隐性知识显性化不断取得突破的内在要求。

习近平总书记强调，“要着力推动互联网与实体经济融合发展，以信息流带动技术流、资金流、人才流、物资流，促进资源配置优化，促进全要素生产率提升”。习总书记这段话深刻

阐释了互联网与实体经济的关系，阐释了以互联网为代表的新一代信息通信技术融合创新推动实体经济转型升级的内在机理，也充分体现了工业大数据作为一种新的资产、资源和生产要素，在制造业创新发展中的作用。可以从以下三方面来理解。

首先，资源优化是目标。新一代信息通信技术与制造业融合主要动力和核心目标，就是不断优化制造资源的配置效率，就是要实现更好的质量、更低的成本、更快的交付、更多的满意度，就是要提高制造业全要素生产率。从企业竞争的角度来看，企业是一种配置社会资源的组织，是通过对社会资本、人才、设备、土地、技术等资源进行组合配置来塑造企业竞争能力的组织，是一个通过产品和服务满足客户需求的组织，企业之间竞争的本质是资源配置效率的竞争，这是任何一个时代技术创新应用永恒追求的目标。

其次，数据流动是关键。新一代信息通信技术如何优化制造资源配置效率？信息流如何带动技术流、资金流、人才流、物资流？其中的关键就是数据流动。从数据流动的视角来看，数字化解决了“有数据”的问题，网络化解决了“能流动”的问题，智能化要解决数据“自动流动”的问题，即能够把正确的数据在正确的时间以正确的方式传递给正确的人和机器，能够把海量的工业数据转化为信息，信息转化为知识，知识转化为科学决策，以应对和解决制造过程的复杂性和不确定性等问题，在这一过程中不断提高制造资源的配置效率。

最后，工业软件是核心。工业大数据的核心在于应用，在于

优化资源配置效率，关键在于数据如何转化为信息、信息如何转化为知识及知识如何转化为决策，其背后都有赖于软件。软件是人类隐性知识显性化的载体，软件构建了一套数据如何流动的规则体系，正是这套规则体系确保了正确的数据能够在正确的时间以正确的方式传递给正确的人和机器。工业软件作为一种工具、要素和载体，为制造业建立了一套信息空间与物理空间的闭环赋能体系，实现了物质生产运行规律的模型化、代码化、软件化，使制造过程在虚拟世界实现快速迭代和持续优化，并不断优化物质世界的运行。

本书是工业互联网产业联盟对新形势下工业大数据应用需求、技术演进和实施策略的阶段性提炼和总结，希望与业界分享，共同推动我国工业大数据产业进步和应用。

安筱鹏

2017年6月27日

编写说明

工业大数据是工业领域相关数据集的总称,是工业互联网的核心,是工业智能化发展的基础原料。《中国制造 2025》规划中明确指出,工业大数据是我国制造业转型升级的重要战略资源。为此,在工业互联网产业联盟的指导下,总体组下辖的工业大数据特设组主持编写了本书。

本书努力回答工业大数据是什么、从哪里来、到哪里去、如何管理、如何分析及如何应用等基本问题。第 1 章重点阐述工业大数据的概念、价值和历史由来;第 2 章重点介绍工业大数据的典型应用场景;第 3、4 章分别从业务和技术两个角度探讨了工业大数据的实施路径和系统架构;第 5、6 章介绍了工业大数据管理与分析的关键技术;第 7 章介绍了我国工业大数据典型应用案例;最后结语部分展望了我国工业大数据的未来愿景。

本书成稿过程中得到了全联盟成员的大力支持,特别是在征集工业大数据应用案例过程中,联盟相关企业结合自身业务痛点深入分析和总结了工业大数据应用过程中的做法和经验,为本书观点的形成与落地提供了实践支撑。

本书由工业大数据特设组主席单位清华大学与副主席单位

中国信息通信研究院牵头编写。特别感谢清华大学孙家广院士、航天科工集团李伯虎院士、工信部信软司安筱鹏副司长、中国信息通信研究院余晓晖总工程师和中国宝武集团研究院郭朝晖首席科学家给予的全面指导与帮助。同时，国务院发展研究中心产业经济研究部王晓明主任、中电湘计海盾周翔总经理、东方电气集团张启德首席科学家、北京兮易信息技术有限公司颜强等在本书成稿过程中也提出了许多建设性意见，在此一并致谢。

当前，工业大数据仍处在高速发展的历史阶段，其概念内涵、技术方法、价值创造模式还在不断创新演化之中，由于时间和编者水平所限，本书还存在着许多缺点和不足，期待联盟成员和广大读者给予批评指正，以便不断补充完善。

王建民

2017年9月21日

牵头编写单位：清华大学，中国信息通信研究院

参与编写单位：冶金自动化研究设计院、陕西鼓风机（集团）有限公司、中联重科股份有限公司、中国大唐集团公司、北京工业大数据创新中心有限公司、上海仪电显示材料有限公司、东方国信科技股份有限公司、北京北科亿力科技有限公司

编写组成员：

清华大学：王建民 王 晨 刘英博 任良全

中国信息通信研究院：余晓晖 李海花 李 铮 魏 凯

冶金自动化研究设计院：孙彦广 徐化岩

陕西鼓风机（集团）有限公司：范骁龙 郎 博

中联重科股份有限公司：周志忠 傅 军

中国大唐集团公司：吕庭彦 丁 罕

北京工业大数据创新中心有限公司：田春华 孙 岚 钟 虢

上海仪电显示材料有限公司：蒋松涛 魏凤荣

东方国信科技股份有限公司：石亚奇 刘邦新

北京北科亿力科技有限公司：赵宏博 霍守锋

目录 / Contents

第一章 工业大数据的概念与价值 /001

1.1 工业大数据的内涵 /002

1.2 工业大数据的特点 /007

1.3 工业大数据的创新价值 /018

1.4 工业大数据支撑中国制造“弯道取直” /022

第二章 工业大数据典型应用场景 /027

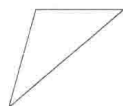
2.1 优化现有业务，实现提质增效 /028

2.2 促进企业升级转型 /031

2.3 促进中小企业创新创业 /037

第三章 工业大数据的实施策略 /039

3.1 业务的“加、减、乘、除” /040



- 3.2 过程的智能再造 /042
- 3.3 架构的统筹规划 /043
- 3.4 算法的定制创新 /045
- 3.5 人才的培养与引进 /047

第四章 工业大数据系统与技术架构 /049

- 4.1 工业大数据生命周期 /050
- 4.2 工业大数据技术架构 /053
- 4.3 工业大数据管理技术架构 /054
- 4.4 工业大数据分析技术架构 /56

第五章 工业大数据管理技术 /057

- 5.1 多样性数据的采集技术 /058
- 5.2 多模态数据的管理技术 /059
- 5.3 高通量数据的写入技术 /060
- 5.4 强关联数据的集成技术 /061

第六章 工业大数据分析技术 /063

- 6.1 工业大数据分析工作准备 /065



6.2 工业大数据分析工作实施 /069

6.3 工业大数据分析关键技术 /079

第七章 工业大数据应用案例 /083

7.1 北京工业大数据创新中心推进
风电装备数字化升级 /084

7.2 北科亿力推动炼铁行业大数据应用 /093

7.3 大唐集团工业大数据应用 /102

7.4 东方国信大数据实现联合利华能效提升 /111

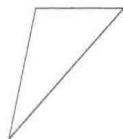
7.5 沙钢能源管理大数据应用 /118

7.6 陕鼓动力智能运维大数据应用 /127

7.7 仪电显示工业大数据应用实践 /136

7.8 中联重科工业大数据应用实践 /144

结 语 /153



第一章

工业大数据的 概念与价值

本章主要讨论工业大数据的概念、意义和发展历程。

1.1 工业大数据的内涵

本节主要讨论工业大数据的内涵，从空间分布、产生主体两个维度对工业大数据进行分类，并讨论数据产生主体和内容结构演化路径。

1.1.1 工业大数据的定义

工业大数据即工业数据的总和。我们把它分成三类，即企业信息化数据、工业物联网数据及外部跨界数据。其中，企业信息化和工业物联网中机器产生的海量时序数据是工业数据规模变大的主要来源。

工业大数据是智能制造与工业互联网的核心，其本质是通过促进数据的自动流动去解决控制和业务问题，减少决策过程所带来的不确定性，并尽量克服人工决策的缺点。

首先，企业信息系统存储了高价值密度的核心业务数据。自 20 世纪 60 年代以来信息技术加速应用于工业领域，形成了制造执行系统（MES）、企业资源规划（ERP）、产品生命周期管理（PLM）、供应链管理（SCM）和客户关系管理（CRM）等企业信息系统。这些系统中积累的产品研发数据、生产制造数据、供应链数据及客户服务数据，存在企业或产业链内部，是工业领域传统数据资产。

其次，近年来物联网技术快速发展，工业物联网成为工业大数据新的、增长最快的来源之一，它能实时自动采集设备和装备运行状态数据，并对它们实施远程实时监控。

最后，互联网也促进了工业与经济社会各个领域的深度融合。人们开始关注气候变化、生态约束、政治事件、自然灾害及市场变化等因素对企业经营产生的影响。于是，外部跨界数据已成为工业大数据不可忽视的来源。

1.1.2 工业大数据的空间分布

工业大数据不仅存在于企业内部，还存在于产业链和跨产业链的经营主体中。企业内部数据主要是指 MES、ERP、

PLM 等自动化与信息化系统中产生的数据。产业链数据是企业供应链 (SCM) 和价值链 (CRM) 上的数据, 主要是指企业产品供应链和价值链中来自原材料、生产设备、供应商、用户和运维合作商的数据。跨产业链数据指来自企业产品生产和使用过程中相关的市场、地理、环境、法律和政府等外部跨界信息和数据。

1.1.3 工业大数据的产生主体

人和机器是产生工业大数据的主体。人产生的数据是指由人输入计算机中的数据, 例如设计数据、业务数据、产品评论、新闻事件及法律法规等。机器数据是指由传感器、仪器仪表和智能终端等采集的数据。智能制造与工业互联网发展, 应致力于推动数据的自动采集。

对特定企业而言, 机器数据的产生主体可分为生产设备和工业产品两类。生产设备是指作为企业资产的生产工具, 工业产品是企业交付给用户使用的物理载体。前一类数据主要服务于智能生产, 为智能工厂生产调度、质量控制和绩效管理提供实时数据基础; 后一类数据则侧重于智能服务, 通

过传感器感知产品运行状态信息，帮助用户降低装备维修成本、提高运行效率和提供安全保障。

随着互联网与工业的深度融合，机器数据的传输方式由局域网络走向广域网络，从管理企业内部的机器拓展到管理企业外部的机器，支撑人类和机器边界的重构、企业和社会边界的重构，释放工业互联网的价值。

1.1.4 工业大数据的发展趋势

从数据类型看，工业大数据可分为结构化数据、半结构化数据和非结构化数据。结构化数据即关系数据，存储在数据库里，可以用二维表结构来表达实体及其联系。不方便用二维表结构来表达的数据称为非结构化数据，包括办公文档、文本、图片、各类报表、图像、音频及视频等。所谓半结构化数据，就是以 XML 数据为代表的自描述数据，它介于结构化数据和非结构化数据之间。

20 世纪 60 年代，计算机在企业管理中得到应用，经历了层次、网状等模型后，统一为关系模型，形成了以结构化数据为基础的 ERP/MES 管理软件体系。20 世纪 80 年代，随着