

本书得到科技部创新方法工作专项支持



数据化企业致胜之道

数据驱动的创新

刘士军 鹿旭东 崔立真 编著



中国工信出版集团



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

本书得到科技部创新方法工作专项支持



数据化企业致胜之道

——数据驱动的创新

刘士军 鹿旭东 崔立真 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

今天,“工业 4.0”、“工业互联网”、“中国制造 2025”、“互联网+”这些热词不断激荡着企业发展的新时代,企业迎来了新的变革窗口,这就是数据化的企业时代。数据化企业从传统的设计、管理和制造信息化(即分散的、单元数字化的过程),向数据驱动的、全面以数据为基础的企业经营活动发展。本书论述了数据为企业带来的新思维、新模式,企业“问道于数”的几个主要方面;从企业创新、制造变革、生产过程和企业管理等方面展现数据化的趋势与价值,探讨了数据驱动创新的方法体系;展现了企业数据化转型不同阶段的丰富案例。

期待本书能给关注数据驱动创新的企业家和管理者以启发,给从事相关技术开发和应用的学者、技术人员及信息、制造领域的学生以参考。

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

数据化企业致胜之道:数据驱动的创新/刘士军,鹿旭东,崔立真编著.

—北京:电子工业出版社,2017.4

ISBN 978-7-121-31158-1

I. ①数… II. ①刘… ②鹿… ③崔… III. ①企业管理—数据管理
IV. ①F272.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 060443 号

策划编辑:李 洁

责任编辑:张 京

印 刷:三河市双峰印刷装订有限公司

装 订:三河市双峰印刷装订有限公司

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:720×1 000 1/16 印张:17.25 字数:248 千字

版 次:2017 年 4 月第 1 版

印 次:2017 年 4 月第 1 次印刷

定 价:49.80 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 zlts@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:lijie@phei.com.cn。

序

Forward

“数据化企业”？这又是一个新名词吗？它与“数字化企业”有什么区别？

1995 年，尼古拉·尼葛洛庞帝的《数字化生存》出版，这是一部有关信息技术革命的未来学著作，一出版便高居《纽约时报》排行榜，其后被译成 40 多种语言，在世界各地引起轰动。在这本书里，尼葛洛庞帝成功预测了数字科技对人类生活、工作和教育的影响；其中的一些预言已经实现，如 DVD 格式和蓝光光盘取代了录像带；观赏棒球比赛的时候，你可以选择从球场观众席中的任何位置和棒球抛出的角度来欣赏，这在里约奥运会转播中已经实现，类似的个例不一而足。他还提到，生产力要素的数字化渗透、生产关系的数字化重构、经济活动走向全面数字化，以及人们通过数字政务、数字商务等活动体现出全新的数字化政治和经济等极具前瞻性的洞察。

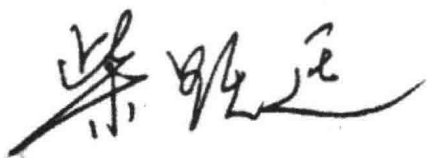
尼葛洛庞帝固然有超人的远见卓识，但毕竟还是在数字化层面去描述未来社会。模拟信号分布于自然界的各个角落，如每天温度的变化，而数字信号是人为抽象出来的在时间上不连续的信号。数字化就是将许多复杂多变的信息转变为可以度量的数字、数据，再用这些数字、数据建立起适当的数字化模型，把它们转变为一系列二进制代码，引入计算

机内部，进行统一处理，这就是数字化的基本过程。

站在 20 年后的今天，我们回望过去，发现信息技术的发展进程比尼葛洛庞帝预想的还要快得多，这主要得益于“数据化”的横空出世。我们已经不仅仅是用数字描述和表现现实事物，更多的是强调利用数据来揭示规律。数据的价值在于它对事物某个属性客观和精准的刻画，而大量的数据关联起来，就指向了事物的本质。如通用电气（GE）可以做到在一秒钟内对风电场成千上万个数据点进行分析，对照风电场实时的功率性能数据，找到风电机组优化调度的靶点，从而最大限度地提高风力发电场的产能。

今天的数据已经铺天盖地，但物物互联将导致更大量级的数据爆炸。据预测，到 2020 年，来自传感器的数据将占全部数据的 50%。今天互联网上的个人，也许每天会推送多至几十、上百条微博、微信，而智能手环每几秒钟就收集多条心跳、体温及各种体能指标，并源源不断地传到云端。这两种数据爆炸量级完全不一样，即将看到的数据爆炸才是超级数据爆炸，这种数据爆炸将把人类带入彻底的数据世界，一切皆成数据。

今天的企业或多或少已经拥有了一些数据，又或深或浅地开始了一些数据处理和分析的工作。但不管怎样，外有互联网经济的包围，内有物联网带来真正的企业互联，企业终将融入数据的海洋。在这种趋势下，企业要学会“数据驱动创新”、掌握“数据化之道”、适应“数据化生存”，利用数据带来的智慧来发展业务，抢占先机。



清华大学自动化系

前言

Preface

从工业革命时代开始，围绕制造的变革就从未止步，机械、电气、信息技术，每一次重大的技术进步都带来了企业发展的革命性变化。今天，“工业 4.0”、“工业互联网”、“中国制造 2025”、“互联网+”这些热词不断激荡着企业发展的新时代，企业迎来新的变革窗口，这就是数据化的企业时代。随着企业数据也像互联网数据一样，以超过摩尔定律的速度在快速增长，数据化企业从传统的设计、管理和制造信息化（即分散的、单元数字化的过程），向数据驱动的、全面以数据为基础的企业经营活动发展。

数据之道的核心是数据的客观性，这使得数据会呈现真实信息，能展现规律，能预见未来。我们也许还不能理解数据背后的“原力”是什么，但可以利用数据所展现给我们的精细、精准、关联与智能。数据驱动的企业创新不仅包括产品设计，还包括管理与模式的创新，实际上数据将涵盖企业业务的全流程，成为企业运转的中枢神经。

全书共分 10 章，首先描绘了企业从信息化到数据化的发展历程，数据为企业带来的新思维、新模式，企业“问道于数”的几个主要方面；然后从企业创新、制造变革、生产过程和企业管理等方面展现数据化的趋势与价值，重点探讨了数据驱动创新的方法体系，包括数据驱动的创

新方法体系和数据驱动的创新工作平台；最后，通过案例讨论了传统企业的数据化之路，展示了互联网企业的天生数据化特征。

本书作者长期在制造业信息化应用和数据科学研究领域耕耘，对企业信息化的内涵与应用有着深刻的理解；并在从事行业大数据和工业大数据的理论研究和工程开发中积累了丰富的实践经验和案例。全书由刘士军、鹿旭东执笔，崔立真统稿。本书在撰写过程中，山东大学的郭伟老师，宋伟凤、李耀坤、张盘龙、杨哲、杨卫刚等同学也参与了部分章节的材料组织、系统开发和审读等工作。

本书在科技部创新方法工作专项（2015IM010200）课题的支持下完成，在编写过程中，曾以各种方式向清华大学柴跃廷教授、浙江大学陈德人教授、浪潮集团王兴山总裁等专家咨询和请教。在此，向所有对本书提供过帮助的专家学者一并致谢。同时，我们也向电子工业出版社为本书选题给予的大力支持，对李洁编辑在本书成稿、出版过程中所付出的耐心而辛勤的工作表示真挚的谢意。

本书参考并借鉴了来自互联网和众多企业、咨询公司的生动案例，这些内容大部分已经在书中的参考文献中列出，但仍难免有所遗漏，对所有这些文献的相关作者表示衷心的感谢。

作者

2016年12月

反侵权盗版声明

电子工业出版社依法对本作品享有专有出版权。任何未经权利人书面许可，复制、销售或通过信息网络传播本作品的行为，歪曲、篡改、剽窃本作品的行为，均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人应承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。

为了维护市场秩序，保护权利人的合法权益，我社将依法查处和打击侵权盗版的单位和个人。欢迎社会各界人士积极举报侵权盗版行为，本社将奖励举报有功人员，并保证举报人的信息不被泄露。

举报电话：(010) 88254396; (010) 88258888

传 真：(010) 88254397

E-mail: dbqq@phei.com.cn

通信地址：北京市海淀区万寿路 173 信箱

电子工业出版社总编办公室

邮 编：100036

目 录

Contents

信息化为犁，而数据是土壤 /001

第 1 章 进化：从 CIMS 到数据化企业 /008

- 1.1 数字新技术唤醒制造 /009
 - 1.1.1 制造简史：从石器时代到信息时代 /009
 - 1.1.2 CIMS 的故事，信息引领工业 /011
 - 1.1.3 互联网时代，创新推动制造业的复苏 /015
- 1.2 工业 4.0，连接与智能 /018
 - 1.2.1 工业 4.0 /019
 - 1.2.2 工业互联网 /020
 - 1.2.3 CPS 连接一切 /022
 - 1.2.4 数据创造智能 /024
- 1.3 数据化企业，超越企业信息化 /025
 - 1.3.1 数据化企业的三个核心特征 /025
 - 1.3.2 超越企业信息化 /028
 - 1.3.3 软件定义企业 /032

第2章 数据之道 /036

- 2.1 为什么是 AlphaGo /037
- 2.2 当数据成为科学 /043
 - 2.2.1 数据科学与数据界 /044
 - 2.2.2 大数据激发 DT 时代 /045
- 2.3 数据之道 /047
 - 2.3.1 量化出精准 /048
 - 2.3.2 关联数据扩展思维 /049
 - 2.3.3 数据解释因果关系 /052
 - 2.3.4 数据驱动创新 /055

第3章 问道于数 /058

- 3.1 增强数据意识 /059
- 3.2 数据资产化 /062
- 3.3 提升数据能力 /072
- 3.4 汇聚众智 /080

第4章 数据驱动创新 /085

- 4.1 走出山寨 /087
 - 4.1.1 逆向工程：不得已的“创新”之法 /087
 - 4.1.2 山寨：中国的创新之痛 /088
 - 4.1.3 原始创新才是真的创新 /090
 - 4.1.4 数据时代的创新机遇 /095
- 4.2 数据驱动创新方法（BDDI）体系 /097

- 4.2.1 TRIZ 给我们的启发 /097
- 4.2.2 数据驱动创新方法体系 /100
- 4.2.3 数据驱动创新理论基础 /102
- 4.2.4 创新引擎：机器学习与数据挖掘 /109
- 4.3 数据驱动创新方法论 /110
 - 4.3.1 数据驱动创新原则 /113
 - 4.3.2 数据驱动创新六大阶段 /115
- 4.4 大数据驱动创新工作平台 /120
 - 4.4.1 需求洞察与捕获系统 /122
 - 4.4.2 需求挖掘与行为模式分析系统 /123
 - 4.4.3 大数据驱动的模式创新智能推荐系统 /124
 - 4.4.4 大数据驱动的社会化众智众创互动反馈评价系统 /124
 - 4.4.5 大数据跨界融合公共支撑系统 /125
- 4.5 大数据驱动的创新过程 /125
 - 4.5.1 创意引导阶段 /127
 - 4.5.2 近似解决方案阶段 /128
 - 4.5.3 众智方案阶段 /129
 - 4.5.4 研发指导阶段 /130

第 5 章 数据变革制造 /131

- 5.1 数据化的产品 /132
- 5.2 CPS 构造数据化基础 /134
- 5.3 重新审视产品数据 /136
 - 5.3.1 再造产品数据管理 /138
 - 5.3.2 借助 BOM 贯穿数据管理 /140

5.3.3 以 BOM 为基础的制造数据平台 /143

5.4 CAX 由实到虚 /144

5.5 3D 打印，数中生有 /147

5.5.1 生长的艺术 /148

5.5.2 3D 打印的原理 /151

5.5.3 从数据到实体的过程 /154

5.5.4 3D 打印改变未来 /156

第 6 章 数据贯穿生产 /161

6.1 从大规模定制到个性化定制 /162

6.2 产品创意从数据中来 /164

6.3 数据定义产品 /168

6.3.1 个性抽取 /169

6.3.2 定制品识别 /171

6.3.3 融个性产品于大生产 /173

6.4 数据驱动生产 /175

6.4.1 数据化“统一生产模型” /175

6.4.2 数据驱动定制生产 /178

6.4.3 从生产延伸到服务 /180

6.5 打造全数据工厂 /182

6.5.1 全数字生产模式 /182

6.5.2 黑灯工厂 /187

第7章 数据成就管理 /190

- 7.1 成本精细管控 /191
- 7.2 精细化供需对接 /195
- 7.3 精准库存与柔性供应链 /197
 - 7.3.1 互联网和大数据时代，供应链具有了更多的“互联”特性 /198
 - 7.3.2 基于互联网+供应链的敏捷供应链 /200
 - 7.3.3 大数据带来精准供应和预测 /202
- 7.4 数据分析优化运营 /206
- 7.5 数据控制全面质量 /209
- 7.6 数据驱动精细管控 /210

第8章 互联网+企业 /213

- 8.1 “互联网+”的进程与本质 /214
 - 8.1.1 “互联网+”的基础设施 /218
 - 8.1.2 “互联网+”的新生产要素 /219
 - 8.1.3 “互联网+”的分工体系 /219
- 8.2 “互联网+制造”开创制造业的新思维 /220
- 8.3 社区化制造 /224
 - 8.3.1 社交化生产方式 /225
 - 8.3.2 社交化研发 /226
 - 8.3.3 社交化制造 /227
 - 8.3.4 社交化测试 /228
- 8.4 云端制造 /229

第9章 传统企业的数据化之路 /231

- 9.1 向数重生 /232
- 9.2 数据、智慧、分享经济 /235
- 9.3 众需、众包、众创 /239

第10章 天生数据化的互联网企业 /246

- 10.1 互联网企业的天生数据化 /247
 - 10.1.1 小“小米”，大数据 /248
 - 10.1.2 量化的鸡尾酒与数据驱动的品牌 /249
 - 10.1.3 三只松鼠的精打细算 /252
- 10.2 互联网企业的数据逻辑 /254
 - 10.2.1 围绕数据寻找商机 /254
 - 10.2.2 海量用户产生海量数据 /256
 - 10.2.3 抢占终端，控制数据源 /258
 - 10.2.4 算法和数据才是真正的法宝 /260

信息化为犁，而数据是土壤

MILK
O
YAO

今天的世界变得如此广阔，其中所包含的信息是海量的。过去的 20 年中，人类世界的数据量翻了 100 倍，而且还在不断地增长，在短短的十几年时间里，地球已经迅速地从一个模拟化的世界变成了数字化的世界。

互联网上每分钟能产生多少数据？每天呢？DOMO 公司做了一张名为“数据不会睡觉”的图片，量化了在平平常常的每一分钟里互联网上所发生的事情，这些关于数据的数字令人非常惊讶。

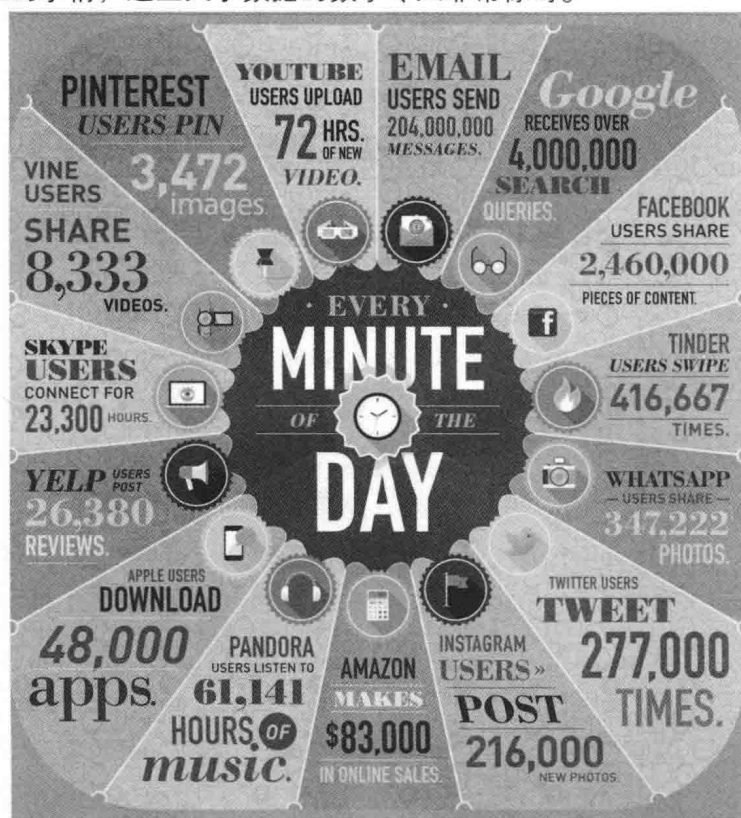


图 0.1 数据不会睡觉^①

① Domo. Data Never Sleeps 2.0. <https://www.domo.com/learn/data-never-sleeps-2>.

在海量数据存在的今天，数据将是下一个社会发展阶段的金矿。大数据处理技术能够在合理的时间内实现对海量数据的采集、管理、处理，并整理成为对企业经营决策具有较高参考价值的资讯。大数据不仅意味着对海量数据进行专业化处理、挖掘和分析，更是一种颠覆思维的技术变革。

早在 1952 年，第一代电子管数控系统就已经出现了。从那以后，信息技术已经深入到企业经营的方方面面，信息技术已经或正在把几乎所有的传统工业从机械化提升到自动化。设计、制造和运销管理都已经或正在实现自动化、智能化、信息化，由计算机控制的机械和生产线代替或减少了劳动者的工作量，提高了效率。计算机虚拟技术的应用加速了产品的设计和生产过程，提高了产品质量和可靠性，降低了成本。网络技术使人们的生产和生活超越了时空和地域的限制，实现跨行业、跨地域、跨国界的合作与集成，逐步走向全球化^①。

可以说，信息化已经成为企业运营的核心生产力。经过几十年的推广和实践，今天的企业，恐怕已经从骨子里认可了信息化的重要性，不再排斥而是主动地实施信息化。

然而，各种信息化软件主要是加工数据的工具，而产生价值的基础则是信息，是数据，所以说“信息化为犁，而数据是土壤”。

企业使用信息的方式已经发生了极大的改变。数据化的信息表达和数字存储更加便宜和灵活；先进的分析和人工智能使我们可以从海量的数据中获取洞见；虚拟现实和增强现实在我们眼前构建出一个数据的世界；从 CAD 到三维打印和增材制造，我们从实到虚，又从虚到实，数据在变革制造；从数据定义的产品到数据驱动的生产过程，数据让生产更加灵活、更加高效、更加可控；各层面眼花缭乱的进步都在开启通往数

^① 宋健. 制造业与现代化. 中国制造业信息化, 2003, (1).