



助力两化深度融合
工业与互联网融合创新系列



工业4.0

智能制造与企业
精细化生产运营

张小强◎著



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

工业4.0、智能制造与企业 精细化生产运营

张 小 强 著

人 民 邮 电 出 版 社
北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

工业4.0智能制造与企业精细化生产运营 / 张小强著

— 北京 : 人民邮电出版社, 2017.3

(工业与互联网融合创新系列)

ISBN 978-7-115-44659-6

I. ①工… II. ①张… III. ①互联网络—应用—制造
工业—研究—中国 IV. ①F426.4-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第007332号

内 容 提 要

本书系统讲解了工业4.0、智能制造在企业精细化生产运营中的融合,帮助读者构建企业SCM供应链管理体系,讲解打造智能制造平台、实现个性化输出、调整生产结构、实现企业转型升级的方法,帮助读者深入了解工业4.0的本质及智能制造的实施、数据支持、创新驱动动力,使企业在市场变幻的转型过程中调整、完善其转型战略和发展模式,在转型过程中逐步提升竞争力。本书适合各类制造型企业的总经理、厂长、生产经理、供应链管理、质量经理、车间主任、科(课)长、一线管理者和生产管理干部阅读与学习。

◆ 著 张小强

责任编辑 冯欣

责任印制 彭志环

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

北京隆昌伟业印刷有限公司印刷

◆ 开本: 700×1000 1/16

印张: 15

2017年3月第1版

字数: 206千字

2017年3月北京第1次印刷

定价: 49.80元

读者服务热线: (010) 81055488 印装质量热线: (010) 81055316

反盗版热线: (010) 81055315

广告经营许可证: 京东工商广字第8052号

序言

互联网和信息技术的发展，引起了工业生产的变革，每一次技术的进步，都会对工业发展产生巨大的影响。这些变化促进了经济发展，改变了人们的生活方式，也改变了世界的面貌。

近年，工业生产又迎来了一场变革，这次变革是以智能技术为核心的。德国首先提出了工业 4.0 的概念，美国叫“工业互联网”，而我国叫“中国制造 2025”。叫法不同，其实本质内容是相同的，核心内容都是智能制造。

在工业发展历史上，迄今为止共发生了三次革命。第一次工业革命是 18 世纪英国发起的，以蒸汽机作为动力机为标志，人类从此进入了机器时代。第二次工业革命是 19 世纪电力进入工业领域，人类从此开启了“电气时代”，极大地促进了社会生产力的发展。第三次工业革命以原子能、电子计算机、空间技术和生物工程的发明和应用为主要标志，人类从此进入了“信息时代”。已经开始的第四次工业革命，是以互联网技术的应用为标志，即将开启“智能时代”。

工业 4.0 是德国政府《德国 2020 高技术战略》中提出的十大未来项目之一，其技术基础是网络实体系统及物联网。就是利用物联网信息系统（Cyber-Physical System，简称 CPS）将生产中的供应、制造、销售信息数据化、智慧化，最后达到快速、有效、个人化的产品供应。

工业 4.0 “智能化生产”是未来工业发展的趋势，因为工业是推动科技创新、经济增长和社会稳定的重要力量，其在世界上发挥的作用越来越重要。但是，随着市场竞争的日益激烈，客户的需求也在发生变化。客户需求新的、高质量的产品，甚至要求定制产品。所以，对工业生产来说，必须要提高生产力水平，并且还要以更少的能源和资源，来完成产品的生产，这样不但能降低生产成本，而且还能提高产

品在市场上的竞争力。

我们知道，每个工厂都是在为两个目标而努力：一是生产出好的产品，二是把产品卖出去。然而，传统的工业生产都面临着生产和销售成本的压力，许多企业都遇到了困难。而这些困难是可以克服的，克服的方法就是工业 4.0，工业 4.0 的优势就是在于实现虚拟生产和与现实生产环境的融合，采用创新软件、自动化技术、驱动技术及服务。以“智能制造”为基础的工业化生产，不但能提高生产效率和灵活性，而且还能大大缩短产品上市的时间，使工业企业在市场上具有明显的竞争优势。

为更好地把握本次工业革命的脉搏，本书分三个部分对工业 4.0 时代工业企业应该注意的事项进行了论述：一是详述“互联网+”时代的工业 4.0；二是智能制造；三是企业精细化生产运营。

在“互联网+工业 4.0”中，对于工业 4.0 的本质、如何把握工业 4.0 的机会和按照工业 4.0 的要求完成企业转型等方面，进行了深入浅出的阐述和解读。智能制造是工业 4.0 的要完成的目标，这一部分对智能制造的关键特征、实施支柱和数据支撑三方面进行了论述。工业 4.0 的重要特征就是工业生产的精细化运营，在本书的第三部分，对企业如何进行精细化运营，以及精细运营所要遵循的方式方法进行详细的阐释。

本书的编写，主要让读者能深刻了解工业 4.0，把握工业 4.0 的机遇，使企业成功转型，跟上时代发展的步伐。为了让读者更好地理解一些理论知识，本书在编写过程中，精选了大量案例，通过解读案例使本书通俗易懂。同时，书中最后一章精选了国内外一些巨头的经典案例，目的是让读者有学习的榜样。本书的编写的目的是希望能对工业企业在提高生产水平、完成升级转型、提高核心竞争力等方面有所帮助。

目录

上篇 工业 4.0

第1章 了解工业4.0导向，把握企业提升和超越的绝佳契机

从1760年的机械化工业革命开始，人类的工业化进程就产生了质的飞跃。虽然经历不了前三次工业革命，但一定要抓住第四次革命。世界正飞速地变化，也许当你还在惊叹于第三次工业革命带来的信息技术的飞跃时，一个崭新的工业4.0时代却已经到来。

- 1.1 工业4.0是万物互联 //004
- 1.2 工业4.0是智能制造 //007
- 1.3 工业4.0是集成创新 //014
- 1.4 工业4.0是数据传递 //019
- 1.5 工业4.0是模式转型 //023

第2章 掌握工业4.0的基石与核心，完善转型战略和发展模式

随着工业4.0时代的到来，企业需要灵活转变以应对市场的变化。掌握工业4.0的基石与核心，就成为企业转型发展的一条成功之路。

- 2.1 工业4.0基石 //028
- 2.2 工业4.0核心 //046

第3章 全面认识工业4.0发展趋势，打造企业改革的新常态

在企业真正认识到工业 4.0 所带来的转变之后，企业就应该根据自身情况，抓住工业 4.0 这个大机遇，配合当前的发展趋势，展望未来，实现自身的成功转型。

3.1 横向集成：SCM 供应链系统 //066

3.2 纵向集成：内部垂直运营 //069

3.3 端对端集成：C2B 模式 //073

中篇 智能制造

第4章 智能制造四大关键特征

智能制造改变着我们的生活方式，使我们的生活更加便捷、更加个性化。同时，也是我们在推动着智能制造、改变着智能制造。想真正实现智能化制造，离不开四大关键特征：精益运营、方案设计、软件管理和设计研发。

4.1 精益运营：向细分市场投放精益产品 //080

4.2 方案设计：产品不只是硬件，还要融入信息 //084

4.3 软件管理：借助互联网工具实现流程无缝对接 //086

4.4 设计研发：精细化、个性化、极致化 //089

第5章 智能制造六大实施支柱

要实现智能制造有很长的路要走，有很多考验在等着我们。因此，我们应该实现产品研发要标准化、分解整合要模块化、人机配置要自动化、量化指标要数字化、闭环拉动要信息化、引领趋势要智能化这六大实施支柱，这样才能让我们的智能制造之路走得更加顺畅。

5.1 产品研发要标准化 //094

5.2 分解整合要模块化 //098

- 5.3 人机配置要自动化 //101
- 5.4 量化指标要数字化 //103
- 5.5 闭环拉动要信息化 //106
- 5.6 引领趋势要智能化 //110

第6章 智能制造四大数据支撑

单一小企业的生产范围及对市场的观察能力有限，容易以偏概全，造成决策失准。企业需要通过大量的数据采集和分析，在数据中提取自己所需要的，从而为体系中的单一企业提供强有力的后盾。这种依靠数据做支撑的情况不是暂时性的，而是需要随着企业的发展、需求的变化而不断调整数据内容和供应。

智能制造的数据支撑主要包括产品数据、运营数据、价值链数据和外部数据。这四大数据支撑着产品从生产到销售的整个过程。

- 6.1 产品数据：为满足个性化需求提供条件 //114
- 6.2 运营数据：实现工业控制与管理优化 //116
- 6.3 价值链数据：重新挖掘比较成本优势 //119
- 6.4 外部数据：提升管理决策与市场应变能力 //121

第7章 智能制造五大创新驱动

创新是指以现有的思维模式提出独到的、异于旁人的见解或思路，并且利用现有的资源创造新鲜的事物。创新不仅仅局限于产品的创新，一项新的技术、新的设备等都可以作为创新出现。一次次进行变革，其实就是创新的一次次进步。在技术、产品等各个方面进行创新，推动企业进步，也促进整个行业的进步与发展。

创新不仅仅是企业竞争中的一大手段，同时也是行业发展的一大动力。当智能制造逐渐走进我们的生活，越来越多的创新产品得到我们的喜爱。智能制造包括五大创新驱动，即技术创新、产品创新、模式创新、业态创新以及组织创新。

- 7.1 技术创新：快速轨道的利器 //126
- 7.2 产品创新：工业产品数字化智能化发展方向 //131
- 7.3 模式创新：构筑全新生产模式与商业模式 //134
- 7.4 业态创新：加速重构产业价值链体系 //139
- 7.5 组织创新：进行业务流程重组与企业组织再造 //141

下篇 企业精细化生产运营

第8章 企业如何构建精细化体系

我国著名精细化管理专家汪中求先生认为：“精细化是我国企业必须迈过的一道坎，不管是何种行业，不论是哪家企业，离开了精细化，要想在日趋激烈的国际化竞争中立于不败之地，无异于缘木求鱼。”

- 8.1 企业运营低效的 5 个特征 //148
- 8.2 价值流改进：行政流程 VS 操作流程 //151
- 8.3 公司利润流程：赚钱 VS 省钱 //153
- 8.4 由粗放至精细导航 //158
- 8.5 构建五大模型 //161
- 8.6 精细管理实施路径 //166

第9章 只有正确实施精益生产，企业才能具备超强竞争力

精益生产是企业提升竞争力的一种可靠的办法。利用无间断的作业缩短时间、材料等成本的支出，并且最大程度上使多个环节同时作业，而非分批或排队等候作业。简单来说就是并联作业，而非串联作业。从而实现企业的生产精细化，使企业的效率、质量得到提高，企业的竞争力也因此提升。

- 9.1 精益生产的 14 项管理原则 //170
- 9.2 4M1E 盈利现场 10 项管理技能 //175

9.3 5R 物资管理与 SCM 供应链模式创建 //177

9.4 25 个精细标准化管理模型构建 //180

第10章 打造高效低成本创优系统，为企业创造利润空间

利润是企业生产制造的不竭动力，所有企业都渴望拥有巨大的利润空间。因此，企业需要开源节流，不断降低产品的生产成本，同时提升产品的性能与质量，以此提升企业的利润空间。而这一切都要依托于管理系统，改善管理模式，不耗费一兵一卒就能转变成本、产品等重要元素。

10.1 五大工具分析与应用 //186

10.2 真假效率区别 //188

10.3 计划组织与落地实施 //191

10.4 质量运营“五现”模式创建 //194

10.5 订单评审与新产品导入管理 //197

10.6 SCM 供应链系统创建 //200

10.7 信息流与实物流对接管理 //203

第11章 向行业巨头学习：经典案例解读与剖析

光说不练假把式，对工业生产已经有大概的理解之后，就到了向行业中的佼佼者学习的时候。行业的巨头的实际案例能够帮助我们更好地消理解这些知识，也能让我们了解到文字之外的世界。具体到单一问题的解决，又或者是成功的秘诀，我们总能在从中学到点什么。站在巨人的肩膀上看世界，必将看得更广阔。

11.1 尚品宅配：用大数据驱动 C2B，实现业绩飘红 //208

11.2 红领制衣：打造全球服装定制供应商平台 //213

11.3 阿里巴巴：马云布局 8000 家“淘工厂” //216

11.4 哈雷摩托：日产 1200 台定制产品 //218

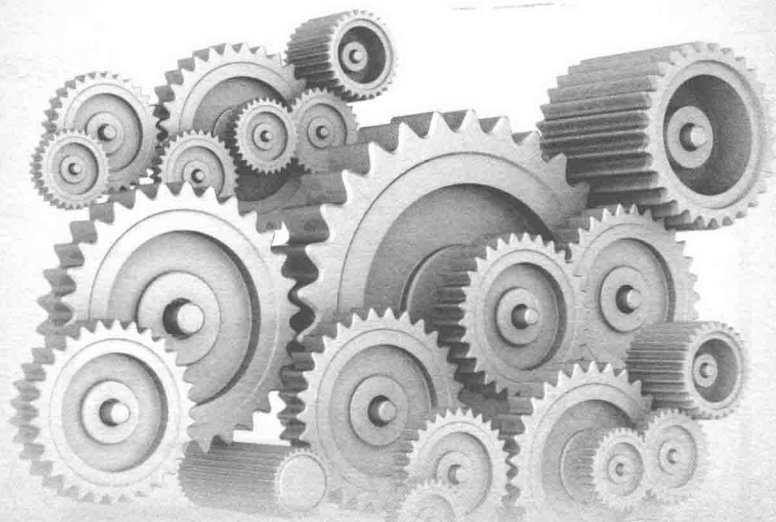
工业 4.0、智能制造与企业精细化生产运营

- 11.5 海尔互联工厂：解决供需错配，定制量环比翻番 //220
- 11.6 三一重工：打造全球一流的流程型组织 //222
- 11.7 中联重科：智能制造挺进工业 4.0 风口 //223
- 11.8 华为：布局万物互联工业 4.0 大数据时代 //225
- 11.9 长虹：进军数字化个性化，推进智能工厂转型 //226
- 11.10 西门子：信息技术集成领域集跑者 //228



上篇

工业 4.0



第 1 章

了解工业 4.0 导向，把握企业提升和超越的绝佳契机

从 1760 年的机械化工业革命开始，人类的工业化进程就产生了质的飞跃。虽然经历不了前三次工业革命，但一定要抓住第四次革命。世界正飞速地变化，也许当你还在惊叹于第三次工业革命带来的信息技术的飞跃时，一个崭新的工业 4.0 时代却已经到来。

1.1 工业 4.0 是万物互联

在工业发展的历史长河中，各个生产环节是相互关联的，在信息化社会这种互联更为明显。基于互联网的普遍应用，人们通过终端设备互联应用、互通信息，将虚拟与现实相结合，实现万物互联。

生产制造中的互联是工厂智能化的敲门砖，其通过设备之间、设备与产品之间等整个流程的互联实现产品的生产。同时，从产品的研制到物流配送实现万物互联，也为自动化生产打下了扎实的基础，如图 1-1 所示。

1. 通过互联网万物互联

德国在 2013 年汉诺威工业博览会上首次提出了工业 4.0 的概念，把工业 4.0 定性为“以信息物理技术为基础的智能化生产”。没错，我们需要踩在工业 3.0 的肩膀之上攀登工业 4.0 的高山。工业 3.0 的主要标志是电子和计算机。信息技术在生活中被广泛应用，使得制造不断实现自动化。以机械替代人作业，减轻或替代人的体力劳动，而工业 4.0 要做的是通过这种信息技

术实现万物互联。

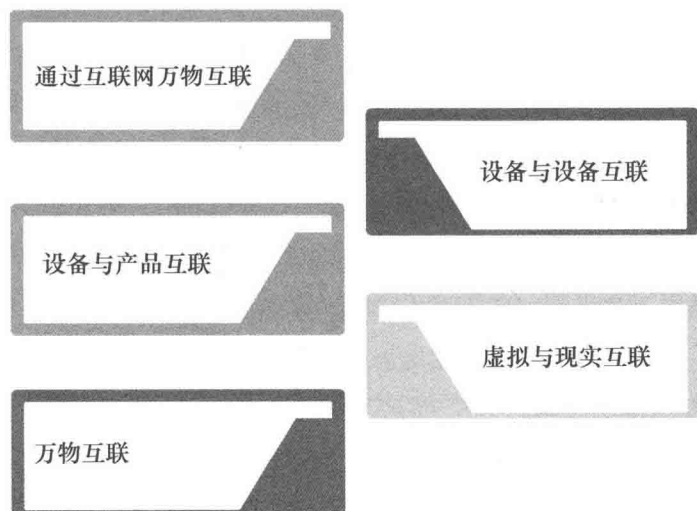


图 1-1 工业 4.0 万物互联

工业 4.0 通过互联网实现设备、产品、厂商和客户的互联，实现传感器、智能控制面板、通信系统和终端接收系统的互联互通。数字化简单操作与现实物理世界需求互联。这些交织在一起，形成一个庞大的通过互联网信息技术互联的体系。多方互通能够更好地让人类的生活实现智能化，这是工业 4.0 的核心思想。



霍尼韦尔名列《财富》100 强。这是一家运用高科技并且多元化的制造企业。其业务涉及广泛，上到宇航产品，下至涡轮增压器，在中国 20 多个城市设有多家分公司，这是一家业务广泛的大企业。是什么让它做到如今的辉煌成绩呢？万物互联是它引以为豪的一点。霍尼韦尔正逐步实现互联建筑、互联工业、互联飞机、互联地铁以及互联机场等一系列的互联。

以霍尼韦尔的家居互联为例。全球已有超过 1.5 亿个家庭正在使用霍尼韦尔的技术，基于互联网通过移动终端设备实现与家居产品的互联互通。不必担心室内温度的变化，如在炎热的夏季下班之前就可通过移动设备控制空调降低温度，回到家直接就能享受清凉了。除了远程智能调控温度，消防系统、安防系统和水净化设备等都实现了互联，真正打造出了智能家居，使人们的生活更加舒适。

霍尼韦尔的成功源于它能够实现产品的互联，从而更好地满足客户的需求。通过万物互联，提高产品的工作效率，使产品智能化，从而更好地服务于人类。

2. 设备与设备互联

通过不同类型、不同功能的设备互联，能够形成智能化的生产链；通过不同的智能生产链互联又组建一个智能车间；不同的智能车间互联，能组成一个智能化的工厂；不同的生产领域的智能化工厂互联便能构建一个智能化的生产制造体系。这些智能的生产链、智能的生产车间、智能的生产工厂都是一个完整的自由个体，但又可以根据需求完美匹配，完全满足消费者的各种需求。

3. 设备与产品互联

设备与产品之间互联是设备之间互联的进一步发展，使生产设备与产品之间能够产生沟通。生产设备能够知道自己产品的生产顺序、知道该做什么；产品能够明白自己的生产信息、明白自己将被输送到哪里去、明白将被如何使用。工业 4.0 意味着智能化的工厂能够在没有人参与的情况下实现自动化生产。工业 4.0 能够让设备与零部件深度交流，最终依托互联使工厂实现自行运转。

4. 虚拟与现实互联

工业 4.0 以现实的信息系统为核心，将物理设备与互联网进行关联。物理设备通过互联网具备了远程操作、计算及通信等功能。虚拟的数字化信息与现实的物理化设备结合起来，让原本冰冷的机器“热”起来，拥有生机。