

工业控制与智能制造丛书

DIGITAL TRANSFORMATION  
IN MANUFACTURING INDUSTRIES DRIVEN BY INDUSTRY 4.0

# 工业4.0驱动下的 制造业数字化转型

彭俊松 编著



机械工业出版社  
China Machine Press

工业控制与智能制造丛书

DIGITAL TRANSFORMATION  
IN MANUFACTURING INDUSTRIES DRIVEN BY INDUSTRY 4.0

# 工业4.0驱动下的 制造业数字化转型

彭俊松 编著



机械工业出版社  
China Machine Press

## 图书在版编目 (CIP) 数据

工业 4.0 驱动下的制造业数字化转型 / 彭俊松编著. —北京: 机械工业出版社, 2016.6

(工业控制与智能制造丛书)

ISBN 978-7-111-54024-3

I. 工… II. 彭… III. 数字技术—应用—制造业—研究—中国 IV. F426.4-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 125519 号

这一轮工业 4.0 浪潮的到来, 在接下来的十年甚至更长的时间里, 对中国的制造企业来说, 既是一次提高自身能力的难得机遇, 也是一场来自国内外同行的竞争与挑战。为了抓住机遇和迎接挑战, 企业不仅需要掌握工业 4.0 相关的基础理论和知识, 更要了解各种技术的发展动态, 提前布局, 稳步推进。在实现和推动工业 4.0 的林林总总的技术中, 最能体现工业 4.0 精髓的, 无疑是软件技术。来自德国的 SAP 公司, 作为全球最大的商业软件企业, 不仅是工业 4.0 的发起者之一, 也是工业 4.0 的核心软件供应商, 积极参与工业 4.0 的推广和实践。本书以 SAP 的相关软件技术为支撑, 介绍工业 4.0 驱动下的制造业的数字化转型背景、理论、应用领域和关键技术。书中通过大量结合 SAP 的工业 4.0 解决方案在制造业的具体落地案例, 探讨如何实现工业 4.0 解决方案在企业中的部署, 展示系统方案对业务运营带来的业务价值, 为企业下一步部署“工业 4.0/ 中国制造 2025” 战略提供实例参考。

本书不仅适合制造业中从事信息化建设的人员阅读, 也非常适合作为管理人员学习和了解工业 4.0 的参考书籍。

# 工业 4.0 驱动下的制造业数字化转型

出版发行: 机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 张梦玲

责任校对: 殷虹

印刷: 北京诚信伟业印刷有限公司

版次: 2016 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 170mm × 242mm 1/16

印张: 24.25 (含 0.25 印张彩插)

书号: ISBN 978-7-111-54024-3

定价: 79.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88379426 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzit@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光 / 邹晓东

## Foreword 序言

在我写这篇序言的时候，中国制造业已经结束了数十年的快速发展阶段，进入了一个艰难的时期。2015年12月，财新传媒与Markit公司发布的中国制造业采购经理人指数为48.2，这已经是该指数连续10个月下滑。事实上，自2014年7月以来，该指数就再未出现连续3个月上扬的情况。

当然，这背后的影响因素很多，但最主要的原因在于中国已不再是一个廉价的生产基地。过去10年，中国劳动力的薪资涨幅超过4倍，再加上人民币升值，这让“中国制造”的成本迅速飙升，直逼美国。而这种现象背后的一个根本原因就是中国的人口老龄化趋势。其实，从2010年开始，中国15~59周岁的人口比重就在不断下降，预计到2020年，该年龄段人口数将减少2930万，几乎相当于沙特阿拉伯目前的人口总数。

过去，制造业主张利用看似无限大的廉价劳动力市场，但现在，这种观念已经过时。而作为“世界工厂”，中国面临着巨大压力，只有采取有力的措施，让生产力的增速超过成本的增速，才能避免像其他新兴经济体一样，落入“中等收入陷阱”。

那么，中国制造业如何才能再度崛起？俗话说：需要乃发明之母。无疑，中国的制造企业需要加大创新力度，包括产品创新和业务模式创新。

幸运的是，中国已经清楚地认识到这些问题。在过去几年中，中国政府越来越关注“工业4.0”，也就是德国政府针对制造业制定的高科技战略，而且在此基础上，两国已经在制造领域开展全面合作。作为实现工业4.0的中坚力量，SAP公司很高兴地看到，中国政府在其“互联网+”战略中融合了工业4.0的概念，并将其纳入十三五（2016—2020年）规划。

在本书中，针对制造企业如何利用工业4.0战略实现数字化转型的问题，

SAP 公司的行业价值工程团队的同事列举了一系列原则、最佳实践和客户案例。

制造企业的数字化转型包括实现智能制造。通过集成制造系统与 IT 系统，同一生产线能够为任何订单生产任意数量的不同产品。毫无疑问，这种方法肯定能帮助中国工厂提高生产力，但要解决中国制造业面临的更深层次的问题，光靠智能制造解决方案是不够的。

苹果公司就是一个典型案例。作为全球最具价值的企业，苹果公司其实并不生产任何产品，其大部分制造业务都交给了中国的承包商和供应商。虽然整个制造企业生态系统拥有数百万名员工，但他们的工资支出仅仅是苹果公司硬件销售收入的九牛一毛。而且，苹果公司的收入来源并不局限于硬件业务，还包括各种网店和其他服务创造的收入。

可见，解决中国制造业面临的长期挑战的另一个关键要素是：在供应链中承担更多高价值活动，最终建立能够稳步盈利的全球品牌。这也正是“中国制造 2025”行动计划的主旨：将移动互联网、云计算、大数据和物联网（IoT）等技术与现代制造业融为一体。

因此，我们必须认识到，工业 4.0 理念并非局限在工厂内，而是与物联网息息相关。工业 4.0 为中国的制造商提供了机会，让他们能够采用更具创新性的业务模式去创造更多价值。比如，通过采用能够报告自身性能的智能设备，制造商可以利用 SAP HANA® 收集和分析大量数据，并建立一个预测性维护服务平台。随着时间的推移，制造商将慢慢向服务提供商靠拢。届时，他们不仅仅出售机器，还将提供全套服务和使用模型。这样，客户就只管使用产品，而无需担心产品的维护问题。

如今，服务创新能够带来巨大收益的结论已不再是秘密。中国要想避开“中等收入陷阱”，就必须利用现有的制造业优势，尽早把握住工业 4.0 带来的机会。

纪秉盟

SAP 大中华区总裁

2016 年 1 月

## Foreword

As I write this it is obvious to all that, after decades of heady growth, China's manufacturing sector is having a tough time. The December 2015 Caixin/Markit manufacturing purchasing managers index came in at 48.2, its 10th straight month of decline and, in fact, the index has not seen three consecutive months on increase since July 2014.

There are, of course a number of factors behind this but the principle one is that China is no longer an inexpensive place to make things. In the space of a decade wages more than quintupled and together with currency appreciation, this resulted in the country's manufacturing cost rising close to those of the US. Underlying this is the aging of China's population: the number of people aged between 15 and 59 in China actually began to decrease in 2010 and by 2020 is projected to fall by 29.3 million, which is almost the same as the current population Saudi Arabia.

Clearly the manufacturing value proposition based on access to a seemingly infinite pool of cheap labor is well past its sell-by date. China's position as the "workshop of the world" is therefore under pressure and unless something is done to increase productivity faster than costs, the country could join other emerging economies stuck in the "middle income trap".

So how can China's manufacturing sector put itself back on the path to prosperity? Well, as the saying goes: necessity is the mother of invention. There's a clear need for greater innovation among China's manufacturing companies, both in terms of products and business models.

Fortunately for the manufacturers, the Chinese government is well aware of

the issues. In the past few years there's been an increasing level of interest within Chinese government circles in Industry 4.0, the German government's high-tech strategy for manufacturing and this has now matured into a full-fledged collaboration between the two countries. As a significant contributor to the realization of Industry 4.0 concepts SAP is naturally very pleased to see these being taken up in China's Internet Plus strategy and incorporated into the country's new 2016-2020 Five Year Plan.

In the pages of this book my colleagues from SAP's Industry Value Engineering group lay out the principles, best practices and examples of how manufacturing industries can be digitally transformed by leveraging Industry 4.0 strategies.

This is partly about smart manufacturing: the integration of manufacturing and IT that enables the manufacture of product variations in any given order and quantity, all on the same production line. While this will certainly help boost factory productivity, however, smart manufacturing solutions are really only half the answer to a deeper problem with China's manufacturing sector.

Apple-the world's most valuable company-is a classic example of this. It doesn't actually manufacture anything; that's all taken care of by contractors and suppliers mostly located in China. This ecosystem of companies employ millions of workers yet they get just a small slice of what Apple earns in hardware sales. And of course Apple's revenues are made not just from hardware sales but sales made through its various online stores and other services.

This points to another crucial element in the solution to China's long term manufacturing challenge: taking on more of the high value activities in the supply chain and ultimately creating global brands that can command very healthy profit margins. This is the gist of the "Made in China 2025" action plan, which aims is to integrate the mobile Internet, cloud computing, big data and the Internet of Things (IoT) with modern manufacturing.

It is therefore important to understand that the Industry 4.0 concept doesn't stop at the factory gates; it is tightly bound to IoT and that provides opportunity for Chinese manufacturers to start migrating toward a more innovative business model that adds greater value. For example, by delivering smart equipment that reports

back on its performance, a manufacturer can accumulate and analyze large amounts of data, using SAP HANA® naturally, and establishing a platform for predictive maintenance services. Over time the manufacturer becomes more of a service provider, not just selling machines but a holistic package of services and usage models so that customer just uses the product without having to maintain them.

It is no secret that service innovation is where the big money is to be made these days. If China is to escape the middle income trap it needs to start building on its current manufacturing strengths and move down the pathway of opportunities that Industry 4.0 provides, as soon as possible.

Mark Gibbs

President of SAP Great China

January 2016



## 前言 Preface

对于工业界来说，这一次以工业 4.0 命名的第四次工业革命和前三次工业革命有着很大的差别。在前三次里，工业界是做了再说；而这一次是边做边说，甚至是先说后做。瓦特在发明蒸汽机的时候，恐怕做梦也没有想到自己打开了一扇通往工业 1.0 的大门。而这一次的工业 4.0，随着互联网媒体的传播和政府的宣传，一夜之间众人皆知。

工业 4.0 时代的快速到来，好像把我们带到了一个繁忙的交通路口。一方面，大量关于未来工业 4.0 的报道和文章从国外呼啸而来，打破了我们很多传统的习惯思维。另一方面，我们手中熟悉的工具，包括我们依赖多年的商业化管理软件，似乎仍处在向工业 4.0 迈进的起点。客户不停地催促 SAP 公司，让我们给出帮助他们迈向工业 4.0 的一条稳妥的路线图。与此同时，对工业 4.0 的研究越深入，我越发现其理论和内容的前瞻性及博大精深。对下一步究竟应该怎么走，似乎有很多想法，又似乎难以抉择。

必须承认，我们现在进入了一个软件厂商与推广客户携手共同创新的年代。在过去的 20 年里，SAP 公司在中国的业务是伴随着最佳业务实践发展起来的。所谓的最佳业务实践，实际上就是国外先进企业的业务流程在 SAP 系统中的体现或预配置。工业 4.0 的到来，将国内企业与国外企业拉到同一条起跑线上。目前全世界尚不存在所谓的工业 4.0 最佳业务实践，我们需要一个一个企业、一个一个行业去创新、实践和总结。在国外如此，在国内也一样。

这一轮的工业 4.0，到目前为止，展现在我们面前的可能还只是冰山一角。作为一个冠之以“革命”的新事物，我们千万不能低估其难度和颠覆性。以工业 3.0 背后的第三次工业革命为例，计算机技术并不是其全部的核心。按照教科书上的定义，体现第三次工业革命的核心技术，首先是核能技术，然后是生物技

术，最后才是计算机技术。直到今天，能够完全掌握核能技术和生物技术的国家，在全世界也是屈指可数。那么，在第四次工业革命下的工业 4.0，其核心技术——网络物理系统（CPS），也绝不是一项简单的技术。目前无论是在理论研究、标准化还是落地使用等领域，都还有很长的一条路要走。

本书是作者在接触工业 4.0 理论之后进行研究、交流和实践的一次书面总结。从 2014 年开始，在 SAP 公司内部，特别是从德国同行那里，不断传来一些有关工业 4.0 的动态和研究进展。作为一个有着机械工程学科背景、从事离散制造行业信息化多年的职业工作者，我开始关注这一话题，并付诸一系列行动：多次赴德国参观考察，参加十余场行业大会和学术大会并发表演讲，撰写白皮书，与客户进行现场交流和方案研究，推动多个 SAP 工业 4.0 的客户创新项目。在平时闲下来的时候，我也有意识地把一些研究心得和工作成果整理成文字。两年下来，积少成多，最后汇集成书。

另外，在本书的撰写过程中，我也得到了团队里其他同事的大力支持，特别是负责零售行业的专家 Allen Miao，在此表示衷心的感谢。

这本书写到中间的时候，恰逢吾儿诞生，一时喜不自胜。写作进程虽有中断，但后来一路加快进度，直至成文。谨以此书为贺，并感谢吾妻李虹的长期支持。

彭俊松博士

SAP 大中华区副总裁，行业解决方案与价值工程部总经理

2016 年 3 月于上海松江

# 目 录 Contents

序言

Foreword

前言

导读 ..... 1

## 第一篇 工业 4.0 的诞生背景、理论和方法

第 1 章 工业 4.0 诞生的内外因分析 ..... 10

1.1 工业 4.0 的诞生是内因与外因共同作用的结果 ..... 10

1.2 内因之一：以客户个性化需求升级为代表的来自市场的挑战 ..... 13

1.2.1 工业 4.0 时代，通过客户定制化需求的拉动来进行价值重构 ..... 14

1.2.2 产品多样化给企业的经营带来了巨大的挑战 ..... 16

1.2.3 大规模生产和大规模定制的变迁 ..... 19

1.3 内因之二：传统制造业向数字化商业模式的转变 ..... 22

1.4 外因之一：CPS、物联网等新技术对传统技术的推动 ..... 26

1.4.1 网络物理系统 ..... 27

1.4.2 物联网 ..... 29

1.5 外因之二：提高制造业竞争力的国家竞争战略的需要 ..... 31

1.5.1 德国和欧盟对工业 4.0 的推动 ..... 31

1.5.2 美国政府提出的先进制造业计划 ..... 33

1.6 案例分析: 德国奥迪的智能工厂愿景 .....	34
<b>第2章 基于CPS的工业4.0 .....</b>	<b>36</b>
2.1 CPS的产生背景 .....	36
2.1.1 从工业3.0时代的控制论到工业4.0时代的分布式人工智能 .....	36
2.1.2 人工智能与机器人的研究进展 .....	40
2.1.3 CPS研究的前身——智能主体 .....	43
2.2 CPS的基本理论 .....	45
2.2.1 CPS的定义 .....	45
2.2.2 CPS的五层次结构 .....	47
2.2.3 基于服务和支持实时运行的CPS .....	50
2.3 基于CPS的网络物理生产系统 .....	51
2.3.1 从大规模定制1.0到大规模定制2.0 .....	51
2.3.2 CPPS下的新系统架构 .....	56
2.3.3 CPPS的实现道路 .....	59
2.4 应用分析: CPS在智能电网、智能交通和智能医疗中的应用 .....	60
2.4.1 智能电网 .....	61
2.4.2 智能交通 .....	62
2.4.3 智能医疗 .....	63
<b>第3章 工业4.0理论的提出和要点 .....</b>	<b>65</b>
3.1 工业4.0的概念和目标 .....	65
3.1.1 物联网和服务物联网是实现工业4.0的两大基础和前提 .....	66
3.1.2 CPS是实现工业4.0的核心技术 .....	67
3.1.3 工业4.0不会孤立存在,而是作为智能、网络化世界的一部分 .....	70
3.1.4 作为物联网的一个子集, M2M在工业4.0中扮演着重要的角色 .....	72
3.1.5 工业4.0的五大核心特征 .....	72
3.1.6 工业4.0可以带来新的商业机会和模式 .....	74
3.2 工业4.0的双重战略 .....	75
3.2.1 水平集成 .....	76
3.2.2 垂直集成 .....	77

3.2.3	端到端的开发	77
3.2.4	员工 2.0	78
3.3	工业 4.0 下的智能工厂	79
3.3.1	自动化和互联的设备	79
3.3.2	产品智能化且可配置	80
3.3.3	智能的机器人和流程	82
3.3.4	配备的人做好准备，并有相关技术来支撑	83
3.3.5	高级的分析和建模能力	85
3.4	工业 4.0 的最新进展——智能服务	86
3.5	案例分析：IFM 实现从传感器到 SAP 的透明连接	88
3.5.1	企业概述	88
3.5.2	从传感器到 ERP	88
<b>第 4 章</b>	<b>工业 4.0 时代下制造业价值网络的数字化转型</b>	<b>92</b>
4.1	数字化转型的基本概念	92
4.2	数字化转型带来的三种重塑机会	94
4.2.1	重塑商业模式	95
4.2.2	重塑业务流程	100
4.2.3	重塑工作	105
4.2.4	重塑背后的技术创造价值方式的改变	106
4.3	以重塑业务流程为代表的制造业数字化转型	108
4.3.1	工业 4.0 为制造业的数字化转型提供了数字化创新机遇	108
4.3.2	目前的制造业对于数字化技术的应用存在不足	109
4.3.3	工业 4.0 对制造企业价值链的重构	110
4.4	以重塑商业模式为代表的制造业数字化转型	111
4.4.1	智能服务的前身——产品服务系统	111
4.4.2	以 IPSS 为代表的面向使用或结果的制造业商业模式	112
4.5	案例分析：全球物流供应商 DHL 的数字化转型	114
4.5.1	DHL 简介	114
4.5.2	案例背景	115
4.5.3	公路货代的业务特点和面临的挑战	115

4.5.4 DHL 的数字化业务变革准备 .....	117
4.5.5 工业 4.0 时代下 DHL 的物联网探索 .....	119

## 第二篇 SAP 的物联网和工业 4.0 战略概览

第 5 章 以 S/4 HANA 为数字化核心的 SAP 工业 4.0 系统架构 .....	124
5.1 以 SAP S/4 HANA 为数字核心的工业 4.0 系统架构 .....	125
5.2 SAP 迈向工业 4.0 的产品升级改造历程 .....	127
5.3 技术发展主线一：HANA 技术 .....	130
5.3.1 支持内存计算的 HANA .....	130
5.3.2 支持大数据的 HANA .....	132
5.3.3 支持云计算的 HANA 云平台 .....	134
5.4 技术发展主线二：移动技术 .....	135
5.5 技术发展主线三：云计算技术 .....	136
5.5.1 云计算平台 .....	136
5.5.2 SAP 在 SaaS 软件上的进展 .....	138
5.6 技术发展主线四：S/4 HANA .....	142
5.7 快速搭建面向工业 4.0 的企业的新一代数字化平台 .....	145
5.8 案例分析：美国 CenterPoint 公司的 SAP HANA 之旅 .....	147
5.8.1 公司简介 .....	147
5.8.2 美国得克萨斯州电力市场概况 .....	147
5.8.3 SAP HANA 帮助 CenterPoint 提高客户管理水平 .....	148
5.8.4 智能电网负载分析 .....	151
5.8.5 智能电网 IT/OT 融合 .....	153
第 6 章 SAP 的物联网和工业 4.0 战略与解决方案概览 .....	155
6.1 SAP 对物联网的理解 .....	155
6.1.1 网络经济 .....	155
6.1.2 商业用途的物联网 .....	156
6.1.3 物联网的技术构成 .....	158

6.2	SAP 眼中的物联网技术基础 .....	158
6.2.1	交付物联网解决方案概述 .....	159
6.2.2	物联网的三个领域 .....	160
6.2.3	将不同的领域整合起来 .....	161
6.2.4	SAP HANA 平台为物联网转型做好了准备 .....	165
6.3	SAP 的物联网平台架构 .....	165
6.3.1	物联网接入方案之一：基于 SAP HCP 的 IoT 版本 .....	167
6.3.2	物联网接入方案之二：基于 SAP 的移动技术 .....	168
6.4	SAP 的工业 4.0 数字化解决方案的组成 .....	169
6.5	案例分析：美国哈雷·戴维森摩托车公司的大规模定制生产重生之路 .....	170
6.5.1	公司简介 .....	170
6.5.2	战略转型之旅 .....	170
6.5.3	哈雷从互联营销、智能制造到售后服务的全价值链创新 .....	174

### 第三篇 SAP 的六大工业 4.0 解决方案详述

第 7 章	工业 4.0 下的互联产品 .....	180
7.1	SAP 互联产品解决方案概述 .....	181
7.2	支持端到端创新的集成的产品开发 .....	183
7.3	支持大规模定制背景下的产品配置管理 .....	185
7.3.1	产品变量配置的基本概念 .....	185
7.3.2	面向大规模定制的产品数据结构 .....	187
7.3.3	将设计与制造进行同步 .....	191
7.4	提供支持物联网的工程控制中心 .....	194
7.4.1	对多种开发工具的支持 .....	194
7.4.2	对物联网多数据源的支持 .....	196
7.5	加快创新速度的创新平台 .....	197
7.5.1	产品组合计划 .....	197
7.5.2	项目管理 .....	198
7.5.3	打造面向员工参与的创新平台 .....	199

7.5.4	打造基于大数据分析的创新平台	200
7.6	连接客户与厂家的资产智能网络	202
7.7	案例分析：德国宝马汽车公司在产品模块化和客户定制化上的数字化转型	206
7.7.1	公司简介	206
7.7.2	案例背景	206
7.7.3	基于产品生命周期管理项目，推动产品的模块化	208
7.7.4	基于面向客户的销售与生产，实现大规模定制业务	209
<b>第 8 章</b>	<b>工业 4.0 下的互联营销</b>	<b>212</b>
8.1	SAP 互联营销解决方案概述	212
8.2	基于 SAP CEC 的全渠道商务	213
8.2.1	传统的实体零售市场在向全渠道迅速转变	213
8.2.2	搭建全渠道解决方案的思路	216
8.2.3	SAP 的全渠道 B2C 商务解决方案	218
8.3	基于 SAP HANA 的大数据驱动的需求管理	220
8.3.1	从需求计划到需求感知	220
8.3.2	大数据下的需求分析	221
8.3.3	需求分析的技术和工具	222
8.3.4	大数据需求供应分析解决方案	223
8.3.5	基于大数据的精准营销	226
8.4	案例分析：德国 HSE24 公司利用 SAP HANA 实现大数据分析 分析与精准营销	231
8.4.1	公司简介	231
8.4.2	电视购物客户与购买特点	232
8.4.3	面临的挑战	234
8.4.4	解决方案	236
<b>第 9 章</b>	<b>工业 4.0 下的互联制造</b>	<b>238</b>
9.1	SAP 的互联制造解决方案概述	238
9.1.1	SAP 的互联制造及其技术路线	238



9.1.2	基于 SAP 的互联制造解决方案建立开放式集成工厂	241
9.2	基于 SAP IBP 的供应与响应计划	243
9.2.1	响应与需求管理	244
9.2.2	产品计划与排程	247
9.3	基于 SAP HANA 的 MRP	250
9.4	SAP 的制造执行 (ME)	252
9.4.1	MES 和 ERP 的区别与互补	252
9.4.2	SAP ME 在智能工厂中的应用	255
9.5	SAP 的制造集成与智能 (MII)	259
9.5.1	挑战: 制造业孤岛	259
9.5.2	MII 是制造企业的“粘剂”	259
9.5.3	MII 是制造企业的“巡视员”	260
9.5.4	MII 是制造企业的“分析师”	260
9.6	SAP 工厂连接解决方案	262
9.7	案例分析: 德国 Elster 公司通过 OPC UA 实现 SAP ME 与车间 自动化设备的连接	264
9.7.1	公司简介	264
9.7.2	项目背景	264
9.7.3	MES 项目	265
<b>第 10 章</b>	<b>工业 4.0 下的互联供应</b>	<b>269</b>
10.1	SAP 的互联供应解决方案概述	269
10.2	通过 SAP Ariba 搭建互联商务平台	270
10.3	通过 SAP IBP 搭建需求驱动的业务计划	272
10.3.1	使用集成的业务计划来取代传统的供应链计划系统	272
10.3.2	制订销售和运营计划	273
10.3.3	通过内部和外部的需求数据来提高决策水平	276
10.4	通过 SAP IBP 搭建供应链控制塔	279
10.4.1	预见问题的能力	280
10.4.2	获取对外包供应链的控制	281
10.4.3	获得敏捷能力	281