



助力两化深度融合
工业与互联网融合创新系列

IN DUSTRY 4.0 AND MADE IN CHINA 2025 中国制造2025强国之路 与工业4.0实战

重构智慧型产业，开启产业转型新时代

马兆林◎著

持续推进改革创新，增强内生增长动力
展望未来，未来已来

2016年，我国“十三五”的开局之年
在经济换挡期，中国制造业迈向中高端意义尤其深远
中国制造将呈现怎样的走向？中国智造离我们还有多远？
中国制造2025将以怎样的形态呈现在我们面前？
中国制造如何从“大而不强”到“既大又强”？



中国工信出版集团

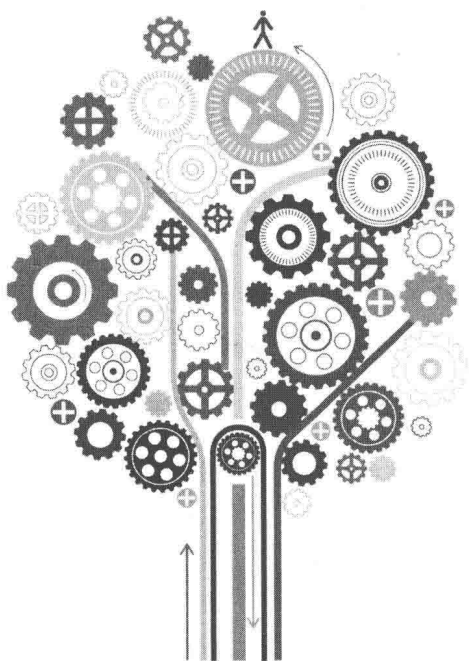


人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

INDUSTRY 4.0 AND MADE IN CHINA 2025 中国制造2025强国之路 与工业4.0实战

重构智慧型产业，开启产业转型新时代

马兆林◎著



人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

中国制造2025强国之路与工业4.0实战：重构智慧型产业，开启产业转型新时代 / 马兆林著. — 北京：人民邮电出版社，2016.3

(工业与互联网融合创新系列)

ISBN 978-7-115-41672-8

I. ①中… II. ①马… III. ①制造业—研究—中国
IV. ①F426.4

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第019742号

内 容 提 要

未来的工业体系将更多地通过互联网技术，以网络协同模式开展工业生产，制造企业从顾客需求开始，到接受订单、寻求生产合作、采购原材料、共同进行产品设计、制订生产计划以及付诸生产，整个环节都通过网络连接在一起，彼此相互沟通，而信息会沿着原材料传递，指示必要的生产步骤，从而确保最终产品满足客户的特定需求。本书帮助读者深入了解工业4.0的技术和发展趋势，归纳总结工业4.0落地中国制造业的步骤和任务。本书适合关心“互联网+”“工业4.0”浪潮对传统企业的影响以及如何实施转型升级的传统企业中高层管理者阅读。

◆ 著 马兆林

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>

大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

◆ 开本：700×1000 1/16

印张：12

2016年3月第1版

字数：150千字

2016年3月河北第1次印刷

定价：42.00元

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

反盗版热线：(010)81055315

随着互联网技术的不断发展，网络已成为人们社会生活的重要组成部分。而不断革新的网络技术催生出一批又一批新型的网络工具，深深地影响着我们每一个人。通过网络我们可以实现随时随地随心而动，缩短甚至建立与陌生人间的联系。新一波的网络浪潮来袭，引领 SOLOMO(Social Local Mobile) 即社交 + 本地化 + 移动的发展趋势，微信就是在这种背景下产生的。

用横空出世形容微信并不为过。从 2011 年 1 月上线，到 2015 年 8 月，在四年多的时间里，微信的注册用户已超过 6 亿，遍及 100 多个国家和地区，成为全球使用人数最多的移动应用。微信不仅在中国大行其道，在东南亚等十多个国家和地区的发展势头也不错，让人看到了中国互联网产品进入国际市场的曙光。

微信不但改变了我们的沟通方式，更改变了我们的生活方式。尤其是在商业圈中，微信已经占据了不可替代的位置。每一个搞营销的人都明白一点：任何一种新兴的营销工具，都必须拿来运用。在那些营销大师眼中，任何一个地方，甚至餐厅、健身房都有可能成为营销的场所。一个新兴媒体通信工具的出现，更是会吸引营销者的注意和青睐。

6 亿用户，这是一个可以让企业老板和营销人士极度兴奋甚至疯狂的数字，因为这 6 亿多的用户，意味着无数的财富和营销机会。微信也为企业提供了便捷的公众平台和技术开发平台，企业可以在这个平台上完成一体化的营销管理和营销服务工作。随着微信最新版的发布，企业不但可以在微信上推广自己的产品信息和服务，还可以直接完成销售支付等操作，这也是微信带给企业的又一大惊喜。

从理论上讲，只要是能够吸引眼球、可以传递信息的地方，都能成为营销的阵地。微博也好，微信也罢，它们的共同点在于给企业带来了一个低成本运作的营销平台。于是，无数企业开始经营起自己的微博和微信来。

这是一本内容丰富、结构完整的书。在本书中我们介绍了微信的前世今生，讲述了微信给力的“人人传播”，旨在使读者对微信有一定了解的基础上，能够深入微信营销中。每一章中，都有值得大家去认真思考的赚钱赢粉丝技巧。无论你是大企业，还是小企业，甚至是初步具有创业想法的年轻人，只要弄明白了微信营销的核心内容，就能够通过这个平台来展现自己。

上篇 基础篇

第1章 什么是工业 4.0 /1

- 从自动化生产到智能化生产的革命 /2
- 工业 4.0 从万物互联网开始 /5
- 个性化定制成为智能制造的主题 /8
- 产业高度集成 /11
- 三大主题推动制造业向智能制造转变 /14
- 大数据成为革命主导力量 /17

第2章 工业 4.0 的目标与基石 /23

- 工业 4.0 的目标：智能制造 /24
- 工业 4.0 的基础：工业自动化 /28
- 工业 4.0 的核心：工业软件 /31
- 工业 4.0 的保障：人才培养 /34

第 3 章 工业 4.0 产品生命周期管理的 3 个核心 /39

MES(制造执行系统) /40

虚拟与现实相结合 /44

信息物理融合系统 /47

第 4 章 第四次工业革命的本质 /51

新工具：智慧生产工具及机器人革命 /52

新能源：智慧能源与智慧工厂紧密相连 /54

新运输：智能交通运输工具的崛起 /56

新维度：虚时空到实时空维度的转变 /58

2

第 5 章 工业 4.0 的革新分解 /61

产品创新的革新 /62

生产制造的革新 /65

供应链的革新 /68

营销的革新 /71

下篇 实践篇

第 6 章 工业 4.0 的发展现状 /75

德国工业 4.0：现状令人堪忧 /76

欧盟工业 4.0：将智能工业纳入发展战略 /79

美国工业 4.0：注重“软”实力，发力工业互联网 /82

日本工业 4.0: 布局人工智能和高端制造 /86

中国工业 4.0: 沿着智能制造的方向前进 /89

第 7 章 未来全球制造业的趋势 /95

软性制造 /96

从“物理”到“信息” /98

从“群体”到“个体” /100

从“生产型”到“服务型” /104

从“要素驱动”到“创新驱动” /107

互联制造 /109

第 8 章 工业 4.0 对中国意味着什么 /111

人才队伍转型势在必行 /112

深入推进精益管理 /114

迎接绿色制造的新能源时代 /117

从“中国制造”到“中国智造” /120

两化融合加速企业转型升级 /123

“互联网 +” 重塑中国制造业工业 4.0 商业模式 /126

第 9 章 中国实现工业 4.0 的 4 个任务 /129

生产制造自动化 /130

流程管理数字化 /133

企业信息化 /135

智能制造云端化 /138

第 10 章 不同行业在工业 4.0 时代的转型技巧 /141

纳米机器人成为医疗领域的智能医生 /142

智慧农业云打造农业产业链新模式 /146

云端上的家居，领导智能新生活 /148

智能巡检机器人成为电力行业新“劳模” /152

车联网推动汽车、运输行业实现转型之路 /155

第 11 章 国内企业工业 4.0 转型实战案例与分析 /159

伊利打造富含高科技的智慧牛奶 /160

报喜鸟：借力工业 4.0，转型私人定制 /163

美的中央空调进入无人自动化生产时代 /166

隆力奇：全面技术改造，率先实现本土化妆品的智能制造 /169

北汽福田：接轨德国工业 4.0，打造“产业 + 互联网”的智能工厂 /173

海尔：首创互联工厂，生态圈向“智慧”全面升级 /176

中联重科：涉足环境产业，引领工业 4.0 智能先锋 /179

上篇
基础篇

第1章
什么是工业 4.0



从自动化生产到智能化生产的革命

2

本书着重讲的是工业 4.0 对于中国制造业各领域发展的巨大影响和深远意义。那么什么是工业 4.0 呢？实际上，工业 4.0 最早是在 2011 年举行的汉诺威工业博览会上率先由德国政府推出的《高技术战略 2020》中提出的。德国学术界对于工业 4.0 的定义是“继机械化、电气化和信息化技术之后，以智能制造为主导的第四次工业革命。主要是指通过信息通信技术和虚拟网络—实体物理网络系统（CPS）的结合，将制造业向智能化转型，实现集中式控制向分散式增强型控制的基本模式转变，最终建立一个高度灵活的个性化和数字化的产品和服务生产模式。”

从德国对工业 4.0 的定义中不难发现，工业 4.0 实际上是一场制造业的巨大变革，是一场从自动化生产到智能化生产的革命。事实上，人类的工业发展史，是一次次科学和技术的变革史，然而这些变革都在制造业上得到了最好的体现，最终促进了人类生产、生活方式的巨大变革，实现了人类进步，如图 1-1 所示。

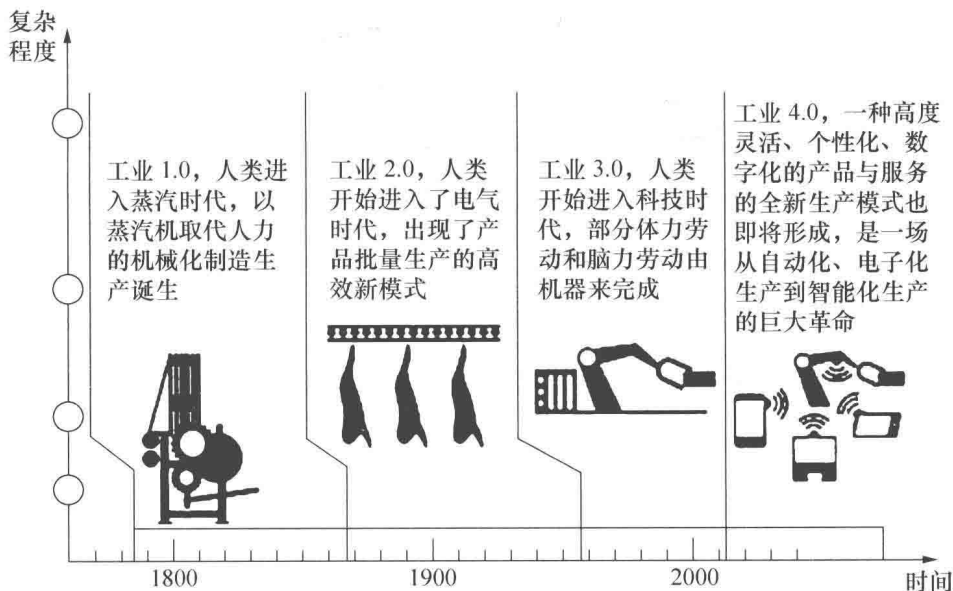


图 1-1 工业 1.0 到工业 4.0

工业 1.0 是机械制造时代。18 世纪末，第一次工业革命全面爆发，人类进入蒸汽时代。以蒸汽机取代人力的机械化制造生产诞生，人类进入了工业 1.0 时代。工业 1.0 实际上是水力和蒸汽机实现机械化，从而使得机械生产取代了最原始的手工劳动，使当时经济社会以农业、手工业为基础向工业、机械制造业转型，从而带动经济发展的新模式。

工业 2.0 是电气化自动化时代。20 世纪初，第二次工业革命全面爆发，人类开始进入了电气时代。电力的广泛应用促进了生产流水线的出现，这时，人类进入了工业 2.0 时代。在这个时代，在劳动力分工的基础上采用电力来进行大规模生产；与此同时，零部件生产与产品装配的分离得以成功实现。因此，出现了产品批量生产的高效新模式，也出现了电气自动化控制机械设备等。

工业 3.0 是电子信息化时代。20 世纪后半期，第三次工业革命全面爆发，人类开始进入科技时代。电子计算机技术得到了迅猛发展，人类作业被机械自

动化生产制造方式逐渐取代，人类迈进了工业 3.0 时代。在工业 3.0 时代，生产效率、分工合作、机械设备寿命、良品率都有了前所未有的提高。人类作业已经逐步被机器所取代，因此使得部分体力劳动和脑力劳动由机器来完成。这时候出现了信息技术自动化控制的机械设备。

工业 4.0 是智能化时代，被认为是人类步入智能制造为主导的第四次工业革命。在这个时代，全产品生命周期、全制造流程数字化以及基于信息技术的模块集成，一种高度灵活、个性化、数字化的产品与服务的全新生产模式也即将形成，是一场从自动化生产到智能化生产的巨大革命。

那么，工业 4.0 时代，生产制造由自动化转为智能化主要由哪些因素决定呢？

一方面，这是生产力不断发展的必然结果。自动化应用于制造业由来已久，但是在市场竞争异常激烈的经济大环境下，以往的自动化、信息化必将得到进一步提高，这样才能使生产资料变革适应生产力的发展。因此，智能化的出现是经济发展的必然结果。

另一方面，这是传统自动化生产无法应对动态变量的必然结果。自动化系统一共包括 4 个子系统：感测系统、运算处理系统、逻辑推理判断系统、反映系统。由于生产系统的内容架构必须适应企业的需求变化，因此自动化系统的这四大子系统的规模设计没有标准可循，使得过去的生产制造环节中每个岗位的工作内容都是固定不变的。因此，直至整个流水线生产完成，每个岗位上的员工只做自己分内的工作。在这样的生产模式下，产品的生产周期长，且生产出来的产品批量大、种类少。虽然能够满足消费者量的需求，但是随着消费者消费水平的不断提高，他们已经不满足于仅在量上得以满足，更注重产品的个性化特点，通过产品的个性化特点凸显与他人的不同，因此单一的、少量的产品种类已经不能满足消费者的动态需求；另外，经济发展到一定程度，诸多复

杂多变的因素随之而来，厂商必须寻找更好的方式与方法来应对订单不稳定、少量多样生产、良品率的要求、原材料与库存压力的控制等，这些对于传统的自动化生产模式已经形成了一种巨大的挑战。因此，自动化生产向智能化生产的转变是解决这些问题的最好方法。

工业 4.0 带来了自动化生产到智能化生产的变革，使得生产过程、产销流程都得到了控制，在线生产过程中受到的人工干预大幅减小，实时搜集的生产线数据则更加精准，从而能合理进行生产计划和生产进度安排，最终使得制造业企业大幅提升了竞争力和生产力。



工业 4.0 从万物互联网开始

工业 4.0 的本质就是打造一个世界级工厂，那么如何才能达到世界级呢？关键还得通过互联网将最好的传感器、软件以及技术汇聚起来，这样才能通过互联网实时观看到世界级工厂中每个工厂的运行情况，通过可视化、自动化来提高整体生产效率、降低原材料成本、减少库存的浪费、降低资源消耗量，这也正是实现世界级工厂的终极目标，这也正是工业 4.0 的本质。

德国在《德国高技术战略 2020》中提出“工业 4.0”的概念，并在该战略中将工业 4.0 定义为“以信息物理系统为基础的智能化生产”，这证明了工业 4.0 时代是以实现生产智能化为目标的。然而“信息物理系统”实际上是指各类物理设备通过互联网连接，并最终具有计算能力、互相通信能力，从而可以被精确地识别和控制，进而通过远程协调和管理，实现虚拟网络与物理设备的互联互通。由此可见，工业 4.0 是从万物互联开始的。

德国率先提出了工业 4.0 战略，这使得处于世界级高端技术的领导者美国也对工业 4.0 给予了极大的关注，因此，通用电气公司的“工业互联网”战略顺势诞生了。

通用电气公司简称 GE，是全球最大的提供技术和服务业务的公司，目前业务主要集中于金融服务、工业产品智造、医疗、能源和传媒等领域。

日前，通用电气公司发布了一份报告。该报告显示，如果工业互联网以每年 1% ~ 1.5% 的增长速度推动生产率转化，那么生产率会再一次达到网络革命的巅峰水平。事实上，这份报告意味着未来 20 年美国人的平均工资将比当前提高 25% ~ 40%。在这 20 年中，工业互联网将会为全球的 GDP 增加 10 ~ 15 万亿美元，这个数值相当于再造一个美国经济。由此可见，工业互联网为全球带来的经济效益是非常显著的。

工业 4.0 实际上就是从万物互联网开始实现互联互通。通过互联网将生产设备、生产线、工厂、供应商、产品、客户等在内的上下游生态单元连接起来，并且在信息物理系统的基础上将传感器、嵌入式终端系统、智能操作系统、通信设施连接交织在一起，形成一个智能网络。不同设备之间、产品与设备之间、虚拟数字与物理世界之间实现互联互通，以及万事万物之间的互联互通，从而达到从机器设备到操控系统，最终到人类社会的数字信息交流。

首先，不同设备之间的互联互通

通过具有不同功能、不同类型的智能单机设备之间的互联互通可以组成智能生产线；通过不同的智能生产线又可以形成智能车间；智能车间之间的互联互通又可以形成智能工厂；不同地域、行业、企业之间的智能工厂的互联互通又可以形成一个巨大的智能制造体系。当然，所有的这些单机设备、智能生产线、

智能车间、智能工厂都可以自由、动态地随机进行组合，这样的优点是可以随时随地地满足制造需求，满足消费者需求。

其次，产品与设备之间的互联互通

设备之间的互联互通之后就是进行产品和设备之间的互联互通，这样产品就能够更加体现设备所赋予的使命，并按照设备的指令推进生产过程。由此可见，这样的智慧产品知道自己该做什么、自己将被运送到什么地方、自己未来将被谁如何使用等。这就意味着，在工业 4.0 时代，所有的产品与设备之间都是依托智能化来完成，产品与设备之间可以实现智能沟通。

再次，虚拟数字与物理世界之间的互联互通

工业 4.0 将信息物理系统作为核心，利用互联网将物理设备进行连接，这样物理设备就具有了计算、通信、控制、远程协调、自治的功能，通过这五大功能将虚拟数字世界与物理世界相互融合，由此便使得原本没有生机的机器设备变得智能化，能够在生产过程中进行自我感知、自我适应、自我诊断、自我决策、自我修复等一系列行为，最终实现了智能机器人与人类的相互协同。

如今，智能机器人也开始走向影视行业。一部由日本深田晃指导的描述未来日本遭到核辐射、民众举国难逃的电影《再见》，其中的一个女主角就是由一个智能机器人来担当的。这款智能机器人名为 Geminoid F(F 指女性 Female)，是由著名的日本机器人专家石黑浩研发的一款女性智能机器人，其外形相当逼真，会眨眼、微笑、皱眉等 65 种面部表情，皮肤材质是硅胶，肤色的逼真度非常高，可以进行对话、唱歌等，远看几乎与真实的美女无异。

Geminoid F 出演电影女主角，也正体现了虚拟数字与物理世界之间的互联互通，真正地实现了智能机器人与人类的相互协同。

最后，万事万物之间的互联互通

所谓万事万物之间的互联互通，其实就是指利用人与人、人与物、物与物之间的互联互通，通过人、物之间的相互联通建立一个全新的生活、生产场景。然而，在整个互联互通的环节中，人类起到了主导作用。通过互联网将机器设备、数据信息通过感知以及传递等方式形成人类需求的网络终端，最终从生产、生活方面满足人类需求。

如今，我们已经从互联网时代迈向了万物互联的时代。万物互联会为我们提供更加清晰的生产、生活画面，以及更加广阔的生产、生活场景，更加精准地为我们的未来做出决策，而这也正是工业 4.0 得以实现的开端。



个性化定制成为智能制造的主题

如今，消费者已经不能仅仅凭借以往的质量过硬思维来满足自己对产品的需求，而是逐渐转向通过能够代表自己个性的产品展现出自己的与众不同。众多企业为了迎合消费者的这种需求，为消费者量身定制，打造体现其个性特点的产品，也正是因此，个性化、定制化已经成为当下耳熟能详的热门词汇。

个性化定制产品已经成为互联网时代炙手可热的产品，使消费者对于个性化需求的满足，比标准化产品更具价值空间。这也正是工业 4.0 时代进行智能制造的主题。

事实上，产品的个性化定制并不是新鲜事。早在 20 世纪 80 年代，很多企业就已经开始进行大规模的产品定制，根据用户的需求定制服饰、家居等。但是由于当时各种因素和条件的限制，使得当时的定制产品只能针对少数富人