




INDUSTRIE 4.0
GRENZENLOS

无边界的 新工业革命

德国工业4.0与“中国制造2025”

[德] 乌尔里希·森德勒◎主编 吴欢欢◎译



物联网时代
构建全球工业和社会
新生态



中信出版集团



无边界的 新工业革命

INDUSTRIE 4.0
GRENZENLOS

德国工业4.0与“中国制造2025”

[德] 乌尔里希·森德勒◎主编

吴欢欢◎译

图书在版编目 (CIP) 数据

无边界的新工业革命：德国工业 4.0 与“中国制造 2025” / (德) 乌尔里希·森德勒主编；吴欢欢译. -- 北京：中信出版社，2018.3

书名原文：Industrie 4.0 grenzenlos

ISBN 978-7-5086-7978-5

I. ①无… II. ①乌…②吴… III. ①制造业—研究—世界 IV. ①F416.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 235766 号

Industrie 4.0 grenzenlos

edited by Ulrich Sendler

Copyright © Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2016

This Springer imprint is published by Springer Nature

The registered company is Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Simplified Chinese translation copyright © 2018 by CITIC Press Corporation

All Rights Reserved

本书仅限中国大陆地区发行销售

无边界的新工业革命：德国工业 4.0 与“中国制造 2025”

主 编：[德] 乌尔里希·森德勒

译 者：吴欢欢

出版发行：中信出版集团股份有限公司

(北京市朝阳区惠新东街甲 4 号富盛大厦 2 座 邮编 100029)

承 印 者：三河市西华印务有限公司

开 本：787mm×1092mm 1/16

版 次：2018 年 3 月第 1 版

京权图字：01-2017-4956

书 号：ISBN 978-7-5086-7978-5

定 价：78.00 元

印 张：20.75 字 数：250 千字

印 次：2018 年 3 月第 1 次印刷

广告经营许可证：京朝工商广字第 8087 号

版权所有·侵权必究

如有印刷、装订问题，本公司负责调换。

服务热线：400-600-8099

投稿邮箱：author@citicpub.com

这本书十分特别。它并不是我第一次出版的关于工业 4.0 的书的再版。它填补了关于工业 4.0 的信息空白，即到底什么是德国以及现在许多其他国家所认为的第四次工业革命。这本书也研究了一些问题，其中纯粹技术方面的问题要少于科学技术发展对人类、社会，当然还有对环境所产生的影响方面的问题。在某种形式上，这本书同时也是关于未来工业的政策性书籍。它大胆地回顾了工业革命的历史，以及来自工业革命的知识。了解我们从哪里来，我们便可以更好地理解，这条路将把我们引向何方。

它之所以是一本特别的书，是因为有一家中国的官方主流媒体新华网为本书第 7 章提供了大量内容。该章阐述了中国视角下的工业 4.0 的意义，并且将工业 4.0 与“中国制造 2025”（这个计划不但明确了中国的发展现状，而且明确了中国的发展战略）进行了比较。因此，我特别感谢新华网董事长、总裁田舒斌先生。至于其他作者的章节，当然也适用：您可以发现对

于未来工业截然不同的观点、看法和评估。他们经过综合考虑，提供了一些发人深省的图片。

这本书的书名“无边界的新工业革命”可能会被夸大理解。也许它会被理解为：一切都是工业 4.0，一切都将变得美好！但这是一个完全的误解。这个书名有很多含义，但是准确地说只有一个意义，就是如果用这本书进行市场营销，那不太切合实际，它只是一个夸大的营销标语和关于此事的评论性研究。从出版商的角度出发，少说闲话对大家都有利。

2013 年，我出版了第一本德语版关于工业 4.0 的书。2014 年，该书出版了中文版。当前的这本书同样也要出版德文版和中文版，另外还计划出版英文版。grenzenlos^①的字面意思实际上已经成为主题。第四次工业革命被认为是世界范围内工业化的下一步，许多国家采取了类似的举措，其中一些国家还进行了广泛交流，甚至密切合作。研究、评估全球化发展趋势和彼此之间的关系是撰写这本书和为这本书起这个名字的原因之一。

全球化在这次技术革命中也扮演了全新的角色。当生产的产品在全世界范围内通过互联网进行连接，当全世界所有产品所产生的数据可以被收集、处理，我们将创造一个新通道，工业和经济之间可以彼此通信联络。但它也创造了一项新服务项目，可以重新定义每个供应商在全球贸易中的作用。在世界范围内，所有企业都可以通过自己的创意研发新产品、提供新服务，对于新创立的公司和本地本土的老字号来说，这将变得十分危险。

使用无边界的工业 4.0 这一说法，是因为在工业领域只有极少数个别行业和区域与它毫不相干。数字化无处不在，现在已经覆盖了整个行业。我们必须了解这场变革，并迎接这场变革所带来的挑战。这就是本书的主

① grenzenlos，德语直译为“无边界的”“无国界的”。——编者注

题。这个主题也是无边界的，因为现在工业也是刚刚踏上互联网舞台的关键演员之一。使工业产品以及相关服务产业成为全球化网络的组成部分，这一理念将远远超过长期以来形成的全球化贸易本身的含义，同时也会促使全球化贸易发生显著变化。我们相信，与工业 4.0 交织碰撞的不仅仅是工业，至少现在想描绘出工业 4.0 的界限是不可能的。同时，社会和生活的诸多领域（包括医疗保健和保险，城市管理和交通运输等）受产品数字化和生产数字化影响很大，这些影响看似与工业无关。但实际上，工业发展几乎对所有领域都会产生影响，对环境、气候、自然资源的使用也是一样。我们是否应该把这个问题作为一个纯粹的技术主题去理解？事实上，过早地对工业 4.0 将如何设计，哪些影响应当进行扩展等问题做出反应是没有意义的，我们要确切界定工业 4.0 还需一定时间。直到现在，这都是没有意义的，只是对技术创新做出反应，而没有探究它所带来的影响。物联网和工业 4.0 的发展速度十分迅猛，而且看起来也有些不负责任，我们究竟要等到何时才会开始讨论它们所带来的影响？

因此，我们绝对有理由在本书的题目中使用无边界这个词语。读者呢？谁会读这本书？谁能够把这本书摆上书桌？是不是读者也是无边界的，编辑和出版商总是设想却难以达到的理想将会实现？当然不是。

本书的预设读者包括那些在工业领域独自负责并担任重要角色的人：管理人员、研发项目经理、生产经理和技术总监等。他们应该全面了解、认识这个未来几年甚至几十年都将涉及的主题，并且应该时时把这本书放在公文包里，因为在这本书中，他可以找到所有工作领域的重要问题的建议和答案。至少，他们应该发现书中出现的这些问题，是他们在今后工作中必须提出的问题。

这本书也为与工业 4.0 相关联的专业人士所编写。这本书将为他们提供值得认真研究的问题。

此外，读者还包括在公共教育机构和私人教育机构的人员，或者企业内部的教师和研究人员，以及学生和参与研究项目的人员。相关内容在这本书中将被提及，可惜能够作为客观和专业的学习材料使用的部分实在太少。

使用不同的语言的读者也丝毫不用担心，因为这本书会引起国际读者的关注。在世界各地，人们都在讨论这一主题，对于书中所阐述的问题，不同地区的读者都有去了解的需求。在中国，人们对这本书的兴趣很高。这种情况不仅仅反映在上一本图书的中文版出版时令人印象深刻的发行量上，也反映在德国和中国在首创精神方面的尝试。

在美国和其他国家，人们对于这本书也相当感兴趣。当然，人们可以选择各种不同的方法对工业 4.0 进行最基本的评估。比如在工业领域什么将被改变，什么必须自己进行革新。若是引发了国际争论，那么这本书也算是做出了自己的贡献。

在个别章节的写作过程中，来自不同领域的作者的加入让这本书生辉，也使本书具有很强的可读性。即使读者不是专业人士，也不是电脑专家，甚至不是生产经理，每天不关注工业领域的数字化，他也应该可以理解，到底专业人员在为什么而烦恼。

这本书能有如此高的期望值有赖于众多作者的文章，缺少这些文章，本书几个部分的内容将无法完成。还有一些十分重要的人，他们分别作为技术分析师、作家、演讲家和顾问，为本书的创作提供了不可或缺的帮助。我的姐姐尤塔·森德勒和我的朋友哈特穆特·施特雷佩尔以及赖纳·舍恩罗克总是一遍一遍、一页一页地为我朗读、审阅、修改稿件。他们的有力支持解决了对于我而言十分重要的问题：这本书是否朗朗上口、通俗易懂。对此，我表示万分感谢。与此同时，我也想感谢安东·塞巴斯蒂安·胡贝尔（胡梭桐），直至 2016 年 5 月底，他一直担任西门子数字工厂的首席执行

官，与他长时间、深入细致的交流给了我巨大的帮助，也使本书实现了理论与实践的有效结合。

这本书的意义是什么呢？它有助于大家了解工业 4.0 与我们之间的关系，解释关于工业发展的重要问题，同时还可以激发兴趣，引起好奇。工业 4.0 并不是一个单纯的技术问题，它的意义广泛。它可以为工业企业提供很多机会，这些机会我们无法估量，我们应该更加深入地去探索和研究它。

乌尔里希·森德勒

2016 年 5 月于慕尼黑

2015年，在中国政府的支持下，我的第一本书得以在中国出版，那本书讲述了中国将以“中国制造 2025”走上“从量到质”（从批量生产到高品质产品的精细研发和生产）的道路。从那之后，我多次访问中国。我的第一印象加上进一步的沟通交流，使得现在这本书的着眼点不仅仅局限于“工业 4.0”，还涉及国际工业数字化和网络化的变革，尤其是中国在这一过程中所扮演的角色。

在引言部分，读者将会看到十分不同的分类，一方面是在软件和互联网行业领先的美国的“工业互联网”，另一方面是在硬件和机电一体化方面领先的工业国德国的“工业 4.0”。中国在这两个方面还需要奋起直追，找到自己国家的优势，从而使赶超成为可能，而且以“中国制造 2025”来实现赶超似乎也很现实。下一阶段的工业化赛跑将在这三个国家间展开。

一次对青岛海尔公司的参观构成了单独的一章，这部分内容

是在这本书的德文版完成之后才着手撰写的，因此也超越了原始版本。令人印象深刻的是，中国工业在数字化和网络化方面已经有了自己的榜样作为支撑。海尔不用担心被拿来和德国家电制造商进行对比。相反，在战略上，一些德国的企业领导者可以在这里学到很多。

新华网董事长、总裁田舒斌先生奉献了精彩的一章。其中不仅涉及“中国制造 2025”的目标和第一步，还有它和“工业 4.0”的关联，以及德国工业 4.0 之所以对中国来说很重要的原因。

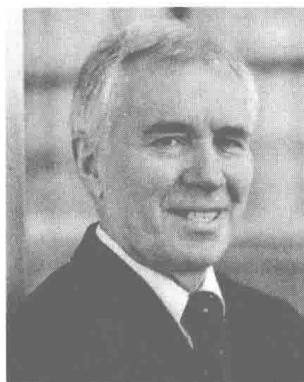
中国、德国和美国，这三个非常不同的国家有着各自的长处和短板，有着自己在工业数字化和网络化方面的方法，它们在很多方面都是竞争对手。在我和中国相遇的时候，这样的希望形成了——这三个国家同时携手脱颖而出。这种合作性竞争可以带来很多好处。

德国的双元制职业教育将理论和实践相结合，是一个在世界范围内都无与伦比的模型，值得被模仿。为应对环境污染，现代科技在中国绿色工业中的应用，是传统工业国家的教科书。在改变快速运作的商业模式过程中的改造和创新精神方面，全世界都应该向美国学习。这是读者从这本书中可以学到的三点。

五年“工业 4.0”和一年在中国的经历即是你手里捧着的这本书，它为中国读者在发展过程中遇到的许多问题做出了解答。

赖纳·安德尔 (Reiner Anderl)

教授、工学博士，1955年出生，1984年在卡尔斯鲁厄大学获得博士学位，曾经在中小型工业企业（基础建设）工作。1991年在卡尔斯鲁厄大学获得教授资格。1993年开始担任达姆施塔特工业大学机械工程系产品数据处理研究所教授。1999~2001年担任机械工程系主任，2001~2003年担任副院长。2001~2004年担任“环保产品开发”特殊研究领域发言人。2005年5月被任命为弗吉尼亚理工大学（美国）兼职教授，2006年10月担任圣保罗州（巴西）卫理公会大学客座教授。2005年1月至2010年12月担任达姆施塔特工业



大学副校长。2006年11月成为美因茨科学和文学研究院成员。2011年担任美因茨科学和文学研究院副主席。2013年6月被选为德国工业4.0平台科学顾问委员会主席、发言人。2015年12月再次当选。

奥列格·阿诺欣 (Oleg Anokhin)

达姆施塔特，德国。

亚历山大·阿恩特 (Alexander Arndt)

达姆施塔特，德国。

罗曼·杜米特雷斯库 (Roman Dumitrescu)



工学博士，2013年起担任 it's OWL 集群管理常务董事，2016年在帕德博恩的夫琅和费研究所担任机电一体化系统设计部门负责人。在德国埃尔朗根-纽伦堡大学学习机电一体化之后，在帕德博恩大学的海茵茨·尼克斯多夫研究所产品开发部担任研究助理。2010年在尤尔根·高泽梅尔 (Jürgen Gausemeier) 教授的指导下，获得“先进机电一体化系统开发方法”领域博士学位。2011年3月至2015年12月在德国帕德博恩的夫琅和费工程集团担任机电一体化系统设计部门负责人。

马丁·艾格纳 (Martin Eigner)

教授、工学博士，1985年建立EIGNER+PARTNER有限责任公司（最后是股份公司），担任董事会主席。2001年7月至2003年8月任公司董事长和位于马萨诸塞州沃尔瑟姆市（美国，新公司总部）EIGNER公司首席技术官。该公司于2003年与Agile软件公司合并，2007年出售给甲骨文公司。2001年创办工程顾问咨询公司，此后担任总经理。



1980年在卡尔斯鲁厄大学获得博士学位后，担任罗伯特·博世有限公司技术数据处理和组织部门负责人。重点负责技术数据中心、电子高级工程和微处理器应用、合理化、产品发布和产品变更管理。

2004年10月1日担任凯泽斯劳滕工业大学虚拟产品开发研究助理。

1984年担任卡尔斯鲁厄大学、索菲亚大学和伊兹密尔大学客座讲师，担任不同行业和贸易协会志愿者工作。1985年被授予德国工程师协会荣誉，1994年任巴登-符腾堡州名誉教授，1999年获卡尔斯鲁厄大学荣誉博士学位。



克里斯托弗·甘茨 (Christopher Ganz)

博士，ABB 科技有限公司集团副总裁，致力于加强研究和服务开发。在苏黎世联邦理工学院学习电气工程并获得控制技术工程学博士学位后，在 ABB 公司内部电力控制系统的研究和开发部门担任不同职务。之后，负责公司研究项目的控制和优化。目前，在苏黎世 ABB 总部的克里斯托弗负责服务技术领域的相关项目，包括远程维护和物联网技术。



胡桢桐 (Anton S. Huber)

西门子公司数字化工厂首席执行官，1951 年 1 月 6 日出生于德国米赫尔多尔夫阿姆因。1979 年在西门子公司半导体业务部开始其职业生涯。历经企业多个岗位和专业领域后，1989 年在美国负责收购本迪克斯电子，之后将其整合至西门子自动化。1991 年，在美国底特律任西门子自动化总裁兼首席执行官。

1998 年在能源生产领域负责整合西门子公司收购的西屋公司常规发电厂。1999 年 10 月 1 日被任命为西门子 A&D (自动化与驱动) 区域董事会成员，负责产品研发、制造，同时负责亚太地区业务发展。2008 年 1 月，担任西门子公司工业自动化事业部首席执行官。2014 年 10 月起担任数字化工厂首席执行官。

扬·斯特凡·米歇尔斯 (Jan Stefan Michels)

工学博士，魏德米勒集团标准和技术开发负责人，负责电子产品技术开发，技术标准及程序制定。他与他的团队一起研发工业连接新技术和自动化技术的未来应用，包括传输技术、工业分析频谱技术等。此外，他的另一项任务是制定产品的功能和操作程序标准，并实现、执行这些标准。他是工业 4.0 平台重要成员之一，也是研究和创新第二工作组成员，一直活跃在 ZVEI（电气与电子工业协会）工业 4.0 领导领域和智能技术系统领域其他相关工作组。为魏德米勒集团工作之前，曾在帕德博恩大学海因茨·尼克斯多夫研究所担任研究员，在技术和创新管理领域工作。



塔尼亚·吕克特 (Tanja Rückert)

博士，在 SAP 公司负责企业数字资产和物联网（IoT）版块，通过智能化和高度网络化的 SAP 软件推进数字化转变，并全面负责所有涉及 SAP 解决方案的生产、供应链管理、资产管理、IoT 和工业 4.0 领域。作为产品和创新领域执行副总裁，直接向首席开发官贝恩德·洛伊克特负责。

1997 年加入 SAP 之后，吕克特活跃在不同的客户实施项目中，后来负责 SAP 企业软件开发框架内质量的安全，担任人力资源首席运营官，



负责整体产品开发。吕克特女士拥有乌尔兹堡大学和雷根斯堡大学化学的博士学位。她工作在硅谷和位于海德堡附近的瓦尔多夫之间的SAP总部，并且是两个孩子的母亲。

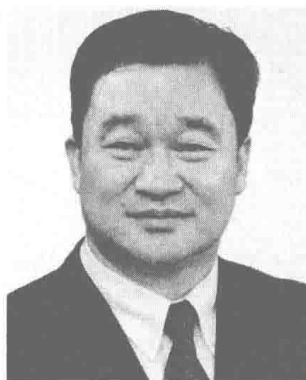


乌尔里希·森德勒 (Ulrich Sendler)

1951年出生，毕业于克雷菲尔德市的恩斯特·莫里茨·阿恩特人文中学。在海尔布隆高等专科学校学习精密仪器工程学，并于1985年获得硕士学位，当时他是工具制造人员和数控编程人员。因此，他在科尔本施密特公司负责CAD系统开发，后来，在海德堡CAD-CAM报告杂志做编辑工作。1989年以来，他成为工业软件领域的独立记者、作家和技术分析师。2009年，由他主编的PLM纲要在施普林格出版社出版。他是2013年“费尔达芬工业峰会系统领导2030年”的发起人和组织者。其著作《工业4.0：即将来临的第四次工业革命》一书在中国十分畅销。自1995年以来，他所创办的sendler\circle代表着为工业提供服务和软件的供应商的共同利益。本书是他即将出版的第11本书。

田舒斌

新华网股份有限公司董事长、总裁，中国互联网协会副理事长，中国记协理事，中国网络社会组织联合会副会长，被中宣部确定为名家暨全国宣传文化系列“四个一批”人才，享受国务院政府特殊津贴。田舒斌先生一直关注全球化时代背景下工业化和信息化的发展，撰写过多篇关于经济和互联网行业发展的文章。



赖纳·施塔克 (Rainer Stark)

教授、工学博士，1964年出生，在波鸿大学和美国得克萨斯农工大学学习机械工程。1989年到1994年，在萨尔州大学工学部设计技术-CAD软件设计研究所担任助理研究员。获得博士、工程师学位之后，加入福特汽车公司，担任福特汽车公司欧洲“虚拟产品的设计及其方法”分部技术经理。2008年2月起担任柏林工业大学工业信息化技术专业领域负责人、夫琅和费研究所生产设备和设计技术部门虚拟产品研发项目负责人。

