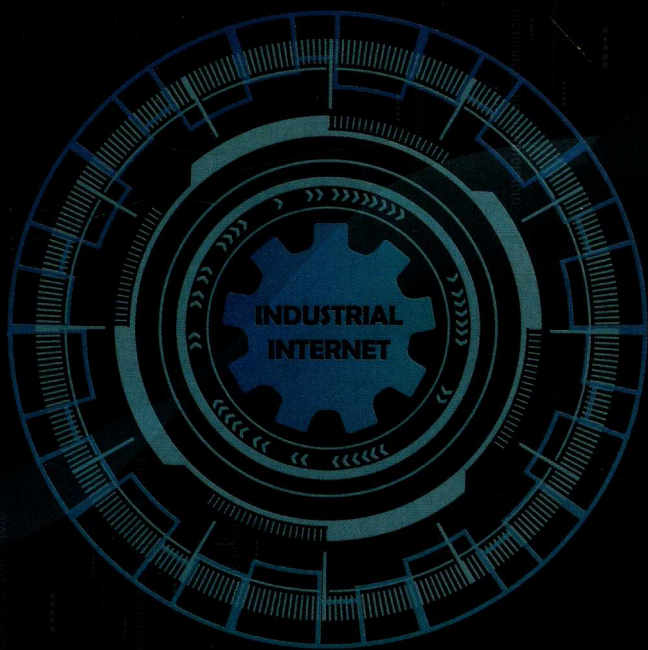


虚实之间

工业互联网平台兴起

○ 李颖 尹丽波 主编



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>

虚实之间

工业互联网平台兴起

○ 李颖 尹丽波 主编



电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

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

虚实之间：工业互联网平台兴起 / 李颖，尹丽波主编. —北京：电子工业出版社，
2019.5

ISBN 978-7-121-36304-7

I. ①虚… II. ①李… ②尹… III. ①互联网络—应用—工业发展—研究
IV. ①F403-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2019）第 068278 号

总 策 划：刘九如

策划编辑：董亚峰

责任编辑：刘小琳 文字编辑：邓茗幻

印 刷：天津画中画印刷有限公司

装 订：天津画中画印刷有限公司

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：24.75 字数：238 千字

版 次：2019 年 5 月第 1 版

印 次：2019 年 5 月第 1 次印刷

定 价：86.00 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：liuxl@phei.com.cn，（010）88254538。

顾 问

王钦敏 陈肇雄 张 峰 王新哲

梁稳根 邬贺铨 李伯虎 房建成

主 编

李 颖 尹丽波

编 委 会

韩 夏 谢少锋 赵志国 闻 库 程晓明 何小龙 刘 多

余晓晖 徐晓兰 王建伟 鲁春丛 梁 斌 王 刚 吴金城

涂高坤 张 耕 谢志成 汲斌昌 翁玉耀 冯 伟 周 剑

陈 杰 杨志锋 王 民 孙丕恕 王文京 周云杰 於 亮

梁在中 李军旗 郑叶来 管连平 于英涛 张建锋 龙小昂

肖琳琳 夏宜君 余 婧 张梓盟 黄 洁 田洪川 贾 超

陶 元 王 璆 袁晓庆 乔 睿 杜洪涛 江鸿震 靳 可

推荐序

工业互联网是信息物理系统（CPS）的核心，是 IT 与 OT 融合的平台。本书解读作为信息与物理世界虚实之间纽带的工业互联网，透析工业互联网细分的技术层面、多样的应用场景、不同的企业类型、各异的优化目标和有效的解决方案。本书的特点是案例鲜活、数据翔实，引导读者近距离、接地气地探秘工业互联网。

——中国工程院院士 邬贺铨

加速发展工业互联网是我国迈向制造强国的重大战略部署。平台是工业互联网的核心。本书较系统地论述了工业互联网平台的发展战略、技术、产业、应用及发展趋势，对我国工业互联网平台的发展具有重要的参考价值。

——中国工程院院士 李伯虎

工业互联网平台是工业化和信息化深度融合进程中的新生事物，也是新一轮工业变革的重要支撑，我们一直在寻找引领和协调虚拟经济与实体经济之间关系的有效途径，这本书既是对现实发展的记录，也是对未来发展的探索。

——中国科学院院士 房建成

本书对于工业互联网平台这个新生事物，不回避挑战、不降低要求、不局限当下、不闭门造车。从国家和产业拓展“智能+”的战略高度审视平台，从物联接入、边缘计算、数字孪生、人工智能等技术核心竞争力打造的角度要求平台，再从平台生态到应用创新，自上而下、学贯中西，值得推荐！

——全国工商业联合会副主席 三一集团董事长 梁稳根

一代人有一代人的长征路，一个时代有一个时代的发展主旋律。我们生活的这个时代之发展主旋律，是实体世界与数字世界的深度融合。这种融合已经显著改变了我们的生活方式，正在显著改变社会的治理方式和企业的生产方式。工业互联网平台的兴起，是这个时代发展主旋律中的一个重要音符，记录和理解这个音符，不仅具有现实意

义，而且也便于将来回味这段激动人心而又痛苦的经历。

——中国航天科工集团董事长 高红卫

这本书的主题——“虚实之间”切中了工业互联网模式的要害，因工业互联网对传统模式颠覆的是线性体系，而自组织可自适应非线性网络，在创新用户体验升级中自我进化、虚实相生，成为生生不息的生态系统。

——海尔集团董事局主席 首席执行官 张瑞敏

从线上到线下，从终端到云端，从服务业到工业和农业，从下游延伸至上游，从需求侧贯通至供给侧，互联网行业的发展正从消费互联网转向产业互联网，数字技术正在不断融入社会资源配置的神经中枢与角角落落。站在一个新时代的门槛，让我们共同瞻望远超人类想象力的美好未来！

——腾讯公司董事会主席 首席执行官 马化腾

以先进信息技术和制造技术深度融合为特征的新一轮工业技术变革正在全球拉开帷幕，中国制造业正迎来历史机遇期。工业互联网将

重构制造业原有的生产模式、经营管理模式和商业模式，为制造业带来质量变革、效率变革、动力变革。《虚实之间——工业互联网平台兴起》一书从产业趋势、技术融合、生态建设、数据驱动、商业模式等不同视角，系统地为企业工业互联网产业勾画蓝图、指明方向、厘清思路，阐述了工业互联网发展的关键路径。

——徐工集团董事长 王民

中国工业互联网建设还处于初级阶段，发展工业互联网，需要此书中谈到的工业互联网平台“样板企业”发挥标杆作用，也需要这样一本全面系统分析工业互联网战略和路径的参考书。

——浪潮集团董事长 孙丕恕

发展综合型、融合化、生态式的工业互联网平台，跨行业、跨领域、跨区域服务工业企业数字化和智能化转型，帮助企业增长收入、降低成本、提高效率和控制风险，赋能中国工业升级，助力中国制造强国建设。

——用友网络科技股份有限公司董事长 王文京

工业互联网借助 IT 与 OT 技术的融合优势，帮助工业企业提高效率、降低成本、扩大收益，这是趋势和未来的发展方向。很高兴看到我国工业互联网产业已形成基础研究、前沿技术、应用开发等全方位布局和快速发展的态势。在推进工业互联网高速发展的过程中，要保持理性和清醒的自我认知，在加强自主创新的同时，还要注重全球的共享与合作，根据中国国情和企业特点，扎扎实实做好探索与落地，不急不躁，打造具有全球竞争力的中国工业互联网平台，树立中国工业互联网的品牌形象。

——紫光股份有限公司董事长 于英涛

自序

新一轮工业革命浪潮袭来，推动全球产业数字化、网络化、智能化变革，为世界经济打造新动能、开辟新道路、拓展新边界。全球各国日益重视数字经济和实体经济的协调发展，纷纷推出新型工业战略，争夺制造业竞争新优势。工业互联网平台应运而生，以制造业为经，以物联网、云计算、大数据、人工智能等新一代信息技术为纬，正在编制产业格局新篇章，在全球经济低迷之际带起了一股创新发展的热潮。

工业互联网平台是沟通物理世界和虚拟数字世界的桥梁，带来了一场生产力的变革。随着工业数字化转型的深入，人们逐渐探索和构建了一个虚拟的数字工业世界，工业互联网平台的出现促进了信息逻辑和工业逻辑的相互融合，以数字孪生的形式让真实世界的设备映射到数字世界，汇聚了分散在各个封闭组织内的数据，利用人工智能技术从历史数据中发掘从未被观测过的机理和规律。工业互联网平台在

虚拟数字空间中描绘出了现实世界的工业图景，改写了工业数据、经验、知识传递、创新、发展的路径，促使虚实之间的交互越来越频繁，工业现实世界正在因此而发生巨大的变化。虚实之间的有效协同使研发设计周期大大缩短，生产制造流程得以优化重构，设备维护效率大大提升，组织内外的协同合作更加顺畅，虚实交替创造的新价值日益丰富，工业互联网平台正在打通通往工业新格局的大道。

工业互联网平台是构筑各类主体合作生态的载体，引领生产关系的变革。平台的间接推动者和直接参与者众多，孕育出工业技术、信息技术、管理理念、平台经济、系统工程等交融汇聚形成的复杂知识体系。在这样的信息交互、数据驱动体系下，跨界、融合、交互、沟通的范围和频率都在以指数级的速度增长，工业互联网平台各类参与者都建立了比以往更加紧密的关系。发展势必要合作共享，开放变革又会影响到已有格局，在这种错综复杂的网络关系中，呈现出风险与收益同高、机遇与挑战并存、竞争与合作共生的缤纷生态，各方都在探索发展路径，谋求在未来工业新格局中领先一步占据有利地位。

近两年，我们从实践的角度出发，围绕全球工业互联网平台开展了广泛调研和大量研究，厘清产业发展脉络，形成对全球工业互联网平台的初步认识和判断，围绕战略、技术、产业、应用、趋势五个方面，希望回答现阶段各界关注的主要问题。在战略上，全球各国为什

么共同关注工业互联网平台？政府层面都做了什么？在技术上，新一代信息技术如何与工业相结合？创新是如何推动工业互联网平台发展的？在产业中，谁在参与工业互联网平台？他们都做了什么？在应用中，哪些工业领域开展了应用？工业企业能够通过工业互联网平台应用获得什么收益？在未来，还需要跨越什么障碍？平台发展呈现出什么样的趋势？

工业互联网平台的发展离不开两股重要的推动力量。一方面，政府通过政策支持、优化环境等举措加强引导，推动工业互联网平台快速发展。在全球，各个工业国家竞相发布相关政策，从科技创新、标准引领、企业数字化转型等方面着力，促进工业互联网平台发展。在我国，国家顶层设计、提前布局，各地贯彻落实、务实推动，在上下协调一致、诸方同心协力的作用下，产业凝聚力不断提升，业界信心不断增强。另一方面，技术创新为产业界发现新模式、探索新业态带来了新思路、新方法，是推动市场繁荣、促进产业升级的重要驱动，也是工业互联网平台快速发展的加速器。边缘计算、数字孪生、人工智能、区块链等新技术与工业领域的实际需求相结合，在工业领域落地开花，为平台注入了创新活力。

在工业互联网平台生态中，供给和需求都在不断增长。在供给侧，制造企业、自动化企业、ICT 企业、互联网企业及初创企业凭借各自

已有优势，突破原有组织界限，积极开展合作，通过强强联合、兼并收购、垂直深耕、区域合作、开放社区等方式，投身工业互联网平台建设热潮，探索自上而下的通用平台、工业细分领域平台、专业技术服务平台等不同发展路径，形成了国内外一大批优势不同、能力各异、模式创新的工业互联网平台。在需求侧，工业企业数字化转型需求迫切，工业行业众多、分布复杂，流程行业与离散行业、重工业与轻工业、劳动密集与知识密集的差异也使行业发展各有侧重，工业企业基于自身需求应用数据驱动的工业互联网平台解决方案，基于研发设计、生产制造、设备维护、供应链管理等各环节的差异化需求形成了一批典型的应用场景，探索部署价格更低廉、应用实效更显著的应用模式，推动工业各行业向数字化阶段不断迈进。

在挑战与机遇并存的发展初期阶段，工业互联网平台发展还需要务求实效，迭代创新。工业互联网平台是新生事物，落地实施仍需克服工业企业数字化基础弱、管理变革滞后于应用发展、平台应用供给力不足、安全风险形势严峻、数据治理机制亟待完善等困难，未来发展不仅需要平台企业一方努力，还有待工业企业应用成熟度提升，逐渐弥补“建平台”和“用平台”之间的沟壑，才能发挥供需双方互相迭代、互相促进的作用。无论是平台方、还是应用方，都在边实施边学习、边实践边积累、边探索边总结，没有一蹴而就的终南捷径可走。

面向未来，工业数字化转型将迈进全局变革阶段，技术创新将同时提升工业互联网平台发展风险与回报，工业数据流通的产业体系正在萌芽，平台治理将成为政府施策的重要考虑，人才培育体系也将趋向复杂化和多元化，这是一项长期、艰巨的系统工程，需要我们保持耐力、定力和毅力，务求实效、螺旋式创新和发展。

工业互联网平台画卷徐徐展开，正是挑战最具吸引力、产业最具创造力、发展最具生命力的阶段，各国都努力在这张白纸上泼墨点彩。在工业互联网平台的国际竞争中，我国具有独具一格的优势，在战略层面，大国模式数次在重要领域发展中发挥引领方向、培育市场、推动发展的关键作用，能够有效凝聚和整合各方力量，为产业发展保驾护航；在市场层面，我国是工业大国和互联网大国，拥有最完备的工业体系和最广泛的互联网市场，是工业互联网平台发展的天然沃土，能够支撑双向迭代发展的平台生态；在人才层面，我国拥有丰富的工程师和 IT 人才资源，政府多年来大力倡导创业创新，激发了人才创新活力，推动工业互联网平台快速前行，实现创新能力的规模扩张和质量提升。我国多年的融合发展之路，探索中国特色的发展模式，推动工业经济加速拥抱数字经济，工业互联网平台顺势应时而生，将支撑我国更快更好建设制造强国和网络强国。

面对工业互联网平台的飞速发展；新技术、新应用、新模式、新业态不断涌现；新产品、新服务、新市场、新价值不断被挖掘，绚丽多姿、五彩纷呈。我们作为前线观察者，梳理研究并将其集结成册，希望能为前期工作做一小结，并为将来进一步工作提供借鉴。

是为序。

Handwritten signature in black ink, consisting of two characters: '李' (Li) and '颖' (Yan).

2019年4月

战略篇 站立融合变革新起点，布局全球工业新格局

第一章	融合之路：工业经济与数字经济的拥抱	3
	一、全球经济发展放缓，呼唤实体经济振兴	4
	二、工业经济向数字化、网络化、智能化阶段攀升	6
	三、新一代信息技术与制造业融合催生工业新动能	8
第二章	战略之争：全球工业格局变化的机遇	11
	一、各国竞相布局工业互联网，争夺新工业格局先机	12
	二、全球工业互联网发展路径不同，目标一致	14

第三章 顺势之举：集中力量办大事的气魄	18
一、顶层设计，体系化战略部署	18
二、因地制宜，加快推动平台发展	32

技术篇 走融合之大道，开创新之先河

第四章 跳动的“心脏”：平台成为新工业革命的关键支撑	63
第五章 新生的“骨骼”：探索技术融合的新体系	66
一、工业互联网平台技术架构逐渐清晰	66
二、工业互联网平台成为发展的关键突破口	71
第六章 创新的“血液”：新一代信息技术推动变革	74
一、云与端：边缘技术推动工业云端一体化	74
二、虚与实：数字孪生连接虚拟世界和现实世界	81
三、数与智：人工智能发掘工业数据的价值	85
四、信与链：区块链助力打造工业信用体系	91