

中英文双语
珍·藏·版



INDUSTRIAL INTERNET

Pushing the Boundaries of Minds and Machines

工业互联网

打破智慧与机器的边界

〔美〕通用电气公司（GE）◎ 编译



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS





INDUSTRIAL INTERNET

Pushing the Boundaries of Minds and Machines

工业互联网

打破智慧与机器的边界



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书认为,随着企业逐步将互联网技术应用到工业生产而形成的工业互联网革命已经展开。这场革命将再次改变我们的世界:将全球工业系统融合,发展开放的计算和通信系统,开辟新的领域以加快提高效率,减少低效和浪费,加强人的工作经验。尽管如此,我们还远低于工业互联网的应用极限。为此,本书基于全球经济和社会的视角,分析了工业互联网的特点、发展规律及其所带来的改变,带领我们一览正在发生的现在及即将到来的未来。

本书的中文简体字版由机械工业出版社出版,未经出版者书面允许,本书的任何部分不得以任何方式复制或抄袭。

版权所有,翻印必究。

北京市版权局著作权合同登记图字:01-2015-2381号。

图书在版编目(CIP)数据

工业互联网:打破智慧与机器的边界:汉、英/美国通用
电气公司(GE)编译. —北京:机械工业出版社,2015.5

书名原文:Industrial Internet:Pushing the Boundaries of
Minds and Machines

ISBN 978-7-111-50271-5

I. ①工… II. ①美… III. ①互联网络-应用-工业
发展-研究-汉、英 IV. ①F403-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第094929号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:坚喜斌

责任编辑:何洋 杨冰 刘林澍

版式设计:张文贵

责任校对:赵蕊

北京铭成印刷有限公司印刷

2015年6月第1版·第1次印刷

145mm×210mm·7.125印张·2插页·102千字

标准书号:ISBN 978-7-111-50271-5

定价:35.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:(010)88361066

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:(010)68326294

机工官博:weibo.com/cmp1952

(010)88379203

教育服务网:www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网:www.golden-book.com

序 言

Preface

当智慧遇上机器

我们正处在一个智慧与机器相遇的时代。

这将是一场意义深远的变革：软件和钢铁的融合将为我们带来全新的智慧机器。这些智慧机器将被赋予自我学习、实时优化和分析预测的能力。它们将以更准时、高效、可靠、安全的方式运行并消除宕机事件。随着这一融合的不断加深，人、机器和数据之间的无缝协作也将在可以预见的未来成为现实。

这是全球工业寻求价值、效率和创新再一次飞跃的变革。

GE 每天都在聆听客户的声音：医院管理者希望提升 CT 和数字 X 光机的开机率，并将临床大数据更好地投入医疗病理研究；航空公司希望提升飞行安全性，降低燃油消耗，并缩短航机维护周期；油气运营商希望高效管理数万公里的油气管道，杜绝隐患……这样的需求不胜枚举，幸运的是，机器互联以及分析预测软件能够很好地解决这些问题，而当两者与设备相互融合，工业互联网就呈现在我们面前。

工业互联网诞生伊始就为我们呈现了超出想象的价值：仅以设备维护为例，全球 57,000 座装机量 30MW 以上的电厂，每年需要投入 5,200 万工作小时和 70 亿美元进行维护，如果将航空发动机、理疗设备、机车等设备也归入此列，投入将达到 3 亿工作小时，成本高达 200 亿美元。这意味着每 1% 的效率提升就节约 2 亿美元的人力成本。而这只是冰山一角，据估计，到 2030 年，工业互联网将在全球创造 15 万亿美元的经济增量。

在中国，工业互联网将为工业升级和全球化竞争提供动力。

随着《中国制造 2025》路线图的出台，工业大方向工业强国的转型大幕由此开启。2025 路线图中提出推动工业化和信息化的深度融合，恰与工业互联网的着力目标殊途同归。

事实上，工业互联网已经在中国各行各业中创造价值：在航空领域，本地航空公司凭借工业互联网的分析预测服务改变了依靠行业经验确定飞机维护周期的方式，实现了精确维护排期，将维护周期缩短了 90%；在医疗领域，已经有些三甲医院通过实施工业互联网资产优化方案，将医疗设备开机率提升到 98.5%，同时以远程医疗手段服务基层，真正做到以有限医疗资源服务更多病患，提升了医疗资源的可及性；同样，工业互联网技术也已经被运用到国内的一些风力发电场当中，通过对设备的实时检测和主动调整，将风力发电机的效能提升了 4%，同时保证了风力发电场的输出稳定性。

而这仅仅是一个开始，我们已经看到一些具有远见的企业开始依托工业互联网重塑它们的业务模式：其中既有以创新服务向产业上下游拓展的设备制造商，也有整合从产品创意到设计再到制造乃至营销的一体化智能制造工厂。可以预期，中国将很快站到变革的前排，成为工业互联网风潮的引领者。

我们坚信，智慧与机器在中国的相遇，能为中国铸造强大的工业。

GE 工业互联网大中华区总经理 杨涛

目 录

Contents

序言 当智慧遇上机器

一、综 述 / 001

I . Executive Summary / 103

下一波浪潮 / 002

The Next Wave / 104

构建模块和“旋转设备” / 004

Building Blocks and “Things that Spin” / 106

1% 的威力 / 005

Power of Just One Percent / 107

广泛的全球收益 / 007

Broad Global Benefits / 109

推动力和催化剂 / 007

Enablers and Catalysts / 110

二、创新和生产力：下一步是什么？ / 009

II . Innovation and Productivity: What's Next? / 112

三、创新和变革浪潮 / 014

III . Waves of Innovation and Change / 117

第一波浪潮：工业革命 / 014

The First Wave: The Industrial Revolution / 117

目 录

Contents

第二波浪潮：互联网革命 / 017

The Second Wave: The Internet Revolution / 120

第三波浪潮：工业互联网 / 019

The Third Wave: The Industrial Internet / 123

智能设备 / 020

Intelligent Devices / 123

智能系统 / 024

Intelligent Systems / 128

智能决策 / 026

Intelligent Decisioning / 131

整合各元素 / 027

Integrating the Elements / 132

四、机会有多大？三种视角 / 029

IV. How Big is the Opportunity? Three Perspectives / 134

经济视角 / 029

Economic Perspective / 134

目 录

Contents

能源消耗视角 / 033

Energy Consumption Perspective / 138

实物资产视角：旋转设备 / 037

Physical Assets Perspective...Things That Spin / 142

商用喷气式飞机 / 039

Commercial Jet Aircraft / 145

联合循环发电厂 / 039

Combined Cycle Power Plants / 146

机车 / 042

Locomotives / 148

炼油厂 / 042

Oil Refineries / 149

医疗行业 / 044

Health Care / 150

五、工业互联网的收益 / 045

V. The Benefits of the Industrial Internet / 152

工业部门的收益：1% 的威力 / 047

Industrial Sector Benefits: The Power of One
Percent / 154

目 录

Contents

商用航空 / 047

Commercial Aviation / 154

铁路运输 / 051

Rail Transportation / 158

电力生产 / 052

Power Production / 160

石油与天然气的开发与配送 / 055

Oil & Gas Development and Delivery / 163

医疗 / 059

Health Care / 167

经济效益：下一波生产力大爆发 / 063

Economy-wide Gains: The Next Productivity Boom / 172

生产力发展的衰退 / 065

The Great Fizzling / 174

互联网革命 / 065

The Internet Revolution / 174

怀疑论者的回归 / 069

Return of the Skeptics / 178

工业互联网：下一波浪潮来临 / 071

Industrial Internet: Here! Comes! the! Next! Wave / 180

目 录

Contents

它会带来多大的不同? / 072

How Much of a Difference Would it Make / 181

工业互联网与高端制造业 / 075

Industrial Internet and Advanced Manufacturing / 185

对全球经济的影响 / 077

Impact on the Global Economy / 187

商业实践和商业环境的角色 / 079

Role of Business Practices and the Business Environment / 190

六、动力、催化剂和条件 / 082

VI. Enablers, Catalysts and Conditions / 193

创新 / 082

Innovation / 193

基础设施 / 084

Infrastructure / 195

网络安全管理 / 085

Cyber Security Management / 196

人才培养 / 088

Talent Development / 199

目 录

Contents

七、结论 / 091

VII. Conclusion / 203

八、尾注和致谢 / 094

VIII. Endnotes and Acknowledgements / 206

尾注 / 094

Endnotes / 206

致谢 / 101

Acknowledgements / 213

一、综 述

随着工业互联网的崛起，世界正处在通向新的创新与变革时代的门口，这要归功于全球工业系统与先进的计算、分析、低成本传感技术以及全新互联网连接融合。数字世界与机器世界的更深层次融合有潜力给全球产业带来深刻的变革，并对日常生活的方方面面产生影响，其中包括许多人的工作方式。这些创新有望为航空、铁路运输、电力、石油和天然气开发以及医疗等各个行业带来更快的发展速度和更高的效率。无论是在美国还是中国，无论是在非洲的大城市还是哈萨克斯坦的乡村地区，工业互联网有望推动更强劲的经济增长，提供更好、更多的就业机会，并提高人们的生活水平。

通过使用更低的成本带来更好的医疗效果，大量节约燃料和能源，以及使用性能更好、寿命更长的硬件设

施，工业互联网将进一步提高效率，就像工业革命和互联网革命那样加快生产力增长。生产力的提高意味着更快地提高人们的收入和生活水平。在美国，如果工业互联网能够使生产率每年提高 1% ~ 1.5%，使其重回互联网革命时期的峰值水平，那么未来 20 年，它将使平均收入比当前水平提高 25% ~ 40%。随着创新意识在全球范围的扩散，如果世界其他地区能确保实现美国生产率增长的一半，那么工业互联网在此期间会为全球 GDP 增加相当可观的 10 万亿 ~ 15 万亿美元——几乎相当于当今美国经济的规模。在当今富有挑战性的经济环境中，即使确保实现一小部分生产力提高，也能在个人层面和整个经济层面带来极大的益处。

下一波浪潮

这可能吗？工业互联网汇集了两大革命的进步：工业革命带来的无数机器、设备组、设施和系统网络，以及互联网革命中涌现的计算、信息与通信系统方面最近的强大的进步。

结合起来，这些发展汇集了三大元素，这充分体现了工业互联网的精髓：

智能机器：将世界上各种机器、设备组、设施和系统网络与先进的传感器、控制装置和软件应用程序相连接的新方式。

高级分析：利用物理分析、预测算法、自动化，以及材料科学、电气工程及其他了解机器和更大的系统运转方式所需的重点学科的深厚的专业知识的力量。

工作中的人：在任何时候将人相连——无论他们是在工业设施、办公室、医院中工作，还是在移动中——以支持更加智能的设计、运营、维护，以及更高质量的服务和安全性。

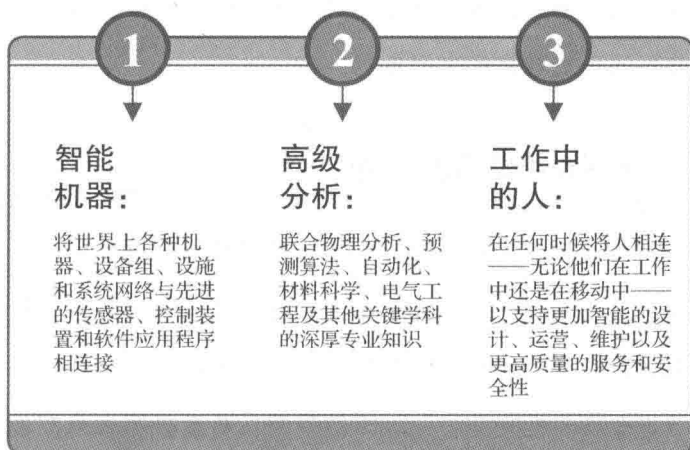


图 1 工业互联网的关键元素

连接并整合这些元素为各种企业和经济体提供了新的机遇。例如，传统的统计方法使用的是历史数据收集技术，这种方式往往在数据、分析和做出决策之间存在孤立性。由于系统监测已得到改进并且信息技术的成本有所下降，支持越来越多实时数据的能力得到了提高。高频率实时数据让人们在全新的高度了解系统运行情况。基于机器的分析为分析流程带来了另一种维度。物理方法、深厚的特定行业领域专业知识、更多的信息流自动化以及预测功能的整合，可加入现有的“大数据”工具套件。其结果就是，工业互联网将涵盖传统方式以及更新的混合方式，以便通过特定行业的高级分析来充分利用历史数据和实时数据。

构建模块和“旋转设备”

工业互联网最开始是将传感器和其他先进的仪器仪表（从简单到复杂）嵌入各种机器。这能够收集并分析海量数据，用来改进机器性能，并且不可避免地提高将其连接在一起的系统和网络的效率。甚至数据本身都能够变得“智能”——能立即知道自己需要抵达哪些用户。

仅在航空领域，潜力就是巨大的。目前约有