

INTELLIGENT MANUFACTURING
The Orientation of Made in China 2025

智能制造

中国制造2025的主攻方向

王喜文 著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

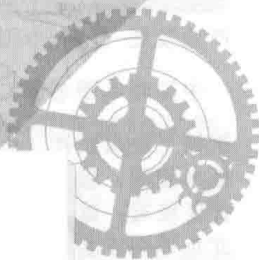
INTELLIGENT MANUFACTURING

The Orientation of Made in China 2025

智能制造

中国制造2025的主攻方向

王喜文 ©著



作为“中国制造 2025”的主攻方向，智能制造是第四次工业革命的核心与前景。智能制造大体分为“制造业+互联网”和“互联网+制造业”两套模式，本书从产业经济的视角出发，梳理了世界范围内相关制造业发展战略的智能制造观，详细阐述了智能制造的技术架构和实践方案，勾勒了第四次工业革命背景下以“物联网”为形态，以工业机器人为主力，以工业大数据为基础，以智能能效管理为保障的智能制造未来前景。

图书在版编目 (CIP) 数据

智能制造：中国制造 2025 的主攻方向/王喜文著.
—北京：机械工业出版社，2016.7
ISBN 978-7-111-54538-5

I. ①智… II. ①王… III. ①智能制造系统-制造业-
产业发展-研究-中国 IV. ①F426.4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 190168 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：杨冰 刘林澍
责任校对：赵蕊 版式设计：张文贵
北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2016 年 9 月第 1 版·第 1 次印刷
145mm×210mm·5.25 印张·3 插页·55 千字
标准书号：ISBN 978-7-111-54538-5
定价：42.00 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

作者简介

王喜文，知名产业研究专家，有着跨学科、跨领域的学习工作经历。日语本科、计算机软件工程硕士、工学博士、科技情报学博士后，1998年8月参加工作，曾在北京第一机床厂工作2年，后为日本开发10年计算机软件。



2009年8月进入工业和信息化部国际经济技术合作中心，历任信息部副主任、主任、电子商务研究所所长、工业4.0研究所所长。其中，2011年7月至2012年7月曾挂职北京市房山区经济和信息化委员会副主任，参与过北京市高端制

造业基地的重大项目；2014年10月曾在中国浦东干部学院参加由中央统战部组织的民主党派干部培训班。

同时，王喜文博士是九三学社中央科技委委员，九三学社北京房山区工委副主任，北京“百人党外专家团”成员。

推荐序一

互联网应用于工业，或者说，借助互联网的技术和基础，帮助传统制造业以超常的速度发展，由此给整个社会经济带来革命性影响，并创造前所未有的机遇，这一点，就目前来看，获得了行业基本一致的认可。

我国装备制造业从机械化到自动化经历了很长一段时间，进入新世纪以后，很多企业在自动化基础上逐步探索并局部实现了数字化，在技术研发、生产制造、车间管理等领域，利用企业信息化的相关技术手段，建立并完善了企业内部的数字化管理、数字化设计，甚至数字化制造架构。但是，随着互联网技术的兴起，企业不再是孤立存在的个体，每家企业都必将成为大数据制造环境下的一个节点，

企业之间的竞争，也必将成为产业链或者体系之间的竞争——在互联网大环境下，也就是企业资源的竞争。

我们现在常常会谈到“工业互联网”或者“中国制造 2025”，这些战略的核心就是希望在借助互联网技术支持、资源可被高效整合的背景下，帮助企业以较低的代价，快速获得高价值的资源，有效利用各种来自互联网的数据资源，如产品数据、设计数据、制造数据、服务数据、状态数据、外协外购数据、用户信息数据等，使企业在产品研发与制造过程中做出正确决策和判断，提高整体效率，实现开源节流，在激烈的市场竞争中不断发展完善自己。

王喜文博士的《智能制造：中国制造 2025 的主攻方向》一书，针对当下和未来制造业发展的方向，总结了很多有益的经验，提出了不少独到见解，对企业发展方向的制定有切实的指导意义。针对互联网模式下的数据资源整合，王喜文博士创造性地提

出了“协联网”的概念，使智能制造的内涵更加丰富，也突出了协同制造和智能制造的密切关系。

智能制造是一种高度连接交互、知识驱动的制造模式，它优化了企业全部业务和作业流程，以实现生产力可持续发展、资源可持续利用、经济效益可持续增长等目标。智能制造结合信息技术、工程技术和人类智慧，从根本上提高了产品研发、制造、服务和销售过程的效率。虽然现阶段企业全面实施智能制造的应用尚有较多困难，但是随着技术进步，软硬件的不断快速发展和应用，以及互联网与企业信息化、工业化的进一步深度融合，基于移动互联网技术的全面普及，相信本书中提出的技术应用内容，都必将在我国装备制造企业中推广普及开来。

任开迅

迈迪网创始人

推荐序二

今天，随着德国提出的“工业 4.0”、美国 GE 提出的“工业互联网”在全球的风靡，以及“中国制造 2025”战略如火如荼地推进，以新一代信息技术与制造业深度融合为特点的智能制造已经引发了全球性的新一轮工业革命，并成为制造业转型升级的重要抓手与核心动力。

现在，国内企业对智能制造已经非常认同，很多企业还制定了一系列的战略措施并着手打造自己的智能制造新模式。但我们应该清醒地认识到，“工业 4.0”是德国在工业高度发达的基础上，从人力资源匮乏、老龄化严重的现状出发，扬长补短、有针对性地制定的国家战略。而我国在自动化、数字化、网络化、智能化等方面均落后于德国

等工业发达国家，还处在“2.0补课、3.0普及、4.0示范”的多进程并行发展的复杂阶段。并且，我国正处于“三期交叠”（即经济增速换挡期、结构调整阵痛期、前期刺激政策消化期）这一特殊的困难期，制造业面临着很大的下行压力。如何正确贯彻“中国制造2025”，并充分借鉴德国的“工业4.0”、美国GE的“工业互联网”等先进理念，制定适合自身的智能制造战略，是国内制造企业非常关注的问题。

在这次智能制造大潮中，我们除了思想上高度重视以外，还要深入研究相关战略的本质、特点及实现路径，结合中国国情及企业实际情况，找到我们的优势与劣势，有针对性地发挥自身的特长，弥补自身的不足，制定出扬长补短的战略。基于这种认识，笔者自己也在2015年提出了“CPPS”（人机网三元战略）。CPPS是Cyber-Person-Physical Systems的缩写，Person指的是劳动者及其技能、素养、精

神、组织、管理等，体现了“以人为本，人与赛博、物理与虚拟两个世界融合、迭代发展，以赛博智能为目的”的思想。并为制造企业提出了包含“计划排产智能、生产协同智能、设备互联智能、资源管控智能、质量控制智能、决策支持智能”等“六维智能”的智能制造实施战术。笔者欣喜地看到，“人机网三元战略”与“六维智能”理论提出后，在业界引发了较大的反响，并被很多企业视为实施智能制造的参考与依据。

王喜文博士从事先进制造研究多年，在数字化、网络化、智能化领域具有更高的高度、更广的视角和更深入的研究，有很多自己独到而精辟的见解，并先后出版了《工业 4.0（图解版）：通向未来工业的德国制造 2025》《中国制造 2025 解读：从工业大国到工业强国》等有关“工业 4.0”“中国制造 2025”的专著，对普及这些先进理念做出了突出贡献。值此“中国制造 2025”正式发布一周年

之际，王喜文博士厚积薄发，再次推出新作。“他山之石，可以攻玉”，在本书中，王喜文博士对德国“工业4.0”以及美国GE的“工业互联网”进行了深入的剖析，揭示出了这些战略各自的特点，并进一步提出了具有中国特色的智能制造新模式：IoCM（Internet of Collaborative Manufacturing，协联网），通过3个“CM”（Concurrent Manufacturing——并行制造，Cloud Manufacturing——云制造，Customer-to-Manufactory——顾客对工厂），从商业模式、制造模式等方面对智能制造的未来进行了展望。笔者认为，这些深入的剖析与前瞻性的理念，对企业进行智能制造系统架构的建设具有很好的参考与指导价值，值得企业管理者、研究人员学习和借鉴。

通读本书，笔者更深刻地感受到，智能制造不是一朝一夕就能完成的工作，“路漫漫其修远兮，吾将上下而求索”，虽然过程漫长，路途坎

坷，但只要我们能够扬长补短，制定目标明确的战略并脚踏实地执行，中国智能制造的前途一定是光明的，中国制造业智能化转型升级是一定能够实现的！

朱铎先

北京兰光创新科技有限公司总经理

前 言

全球新一轮工业革命正在孕育兴起。未来制造业将建立在以互联网和信息技术为基础的网络平台之上，将更多的生产要素更为科学地整合，让制造更加自动化、数字化、网络化、智能化，从而使“智能制造”成为新常态。

“工业 4.0”在德国被认为是第四次工业革命，其主要特征是，在“智能工厂”利用“智能设备”将“智能物料”生产成为“智能产品”，整个过程贯穿以“网络协同”，从而提升生产效率，缩短生产周期，降低生产成本。融合性与革命性，是新一代信息技术与工业化深度融合的产物，是一种新的生产方式，推动传统大规模批量生产向大规模定制生产转变。

“工业互联网”的概念最早是由美国通用电气公司（GE）于2012年提出的，随后，GE联合另外四家IT巨头组建了工业互联网联盟（IIC），将这一概念大力推广开来。工业互联网联盟的愿景是使各个制造业厂商的设备实现数据共享。这就会涉及互联网协议、数据存储等技术的变革。工业互联网联盟的成立目的在于通过制定通用的工业互联网标准，利用互联网激活传统的生产制造过程，促进物理世界和信息世界的融合。实质上，美国GE公司倡导的工业互联网是指利用“智能设备”采集“智能数据”，利用“智能系统”进行数据挖掘和可视化展现，实现“智能决策”，为生产管理提供实时判断参考，反过来指导生产，优化制造工艺。它的典型特征是智能性：与数字化制造相比，智能制造具有预测、决策与自主调整优化等能力。

传统制造业的要素主要包括工人、材料、能源和信息。传统制造业时代，材料、能源和信息是工

厂的三个生产要素。传统制造业发展的历史，就是工人利用材料、能源和信息进行物质生产的历史。

材料、能源和信息领域的任何技术革命，都必然导致生产方式的革命和生产力的飞速发展。但是，随着移动互联网和云计算、大数据技术的发展，计算机和智能手机等移动终端的演进，越来越多功能强大的智能设备以无线的方式实现了与互联网或其他设备的互联。由此衍生出物联网、服务互联网和数据网，推动着物理世界和信息世界以信息物理系统（CPS）的方式相互融合。可以说，这种技术进步使得制造业领域实现了资源、信息、物品、设备和人的互联互通。智能制造的要素，相应地应该演变为：协同制造网络平台、工业机器人、工业大数据、智能能源管理。

鉴于此，我提出了“协联网”（Internet of Collaborative Manufacturing, IoCM）的构想。构成“协联网”的有3个“CM”，首先是并行制造

(Concurrent Manufacturing): 涵盖产品全生命周期的设计、生产、管理、服务的智能化, 提高质量、降低成本、缩短产品开发周期和产品上市时间。其次是云制造 (Cloud Manufacturing): 在系统架构上, 工业基础设施利用网络和虚拟化技术可实现动态资源整合与弹性扩展, 各种工业软件可以集中部署, 并通过嵌入式控制系统实现对工业基础设施的控制与维护; 在商业模式上, 面向公众开放“公共云”服务, 并通过应用程序接口支持用户自助完成业务部署; 面向企业集团内部的“私有云”服务, 可以将共享的图样、操作经验、运营数据等资源充分利用起来, 并通过应用程序接口形成网络协同与互联制造。最后是顾客对工厂 (Customer-to-Manufactory, C2M): 围绕消费者的一种商业模式, 以消费者为中心, 凭借个性化营销捕捉消费者的多样化需求, 是一种“拉动式”的供应链体系, 通过智能制造实现多品种产品的快速生产。