

工业互联网

万物互联、超级数据和人工智能

余来文 封智勇 林晓伟 陈昌明

编著

INDUSTRIAL INTERNET

Internet of Everything, Super Data, Artificial Intelligence

工业互联网：

互联网+的下一个风口

工业互联网制造新商业生态

实体经济+数字经济=互联网深度融合

人工智能：

掀起新科技革命

超级计算+人工智能+万物互联=超级智能

工业互联网赋能中国制造

智能制造：

“互联网+制造业”的深度融合

中国财经出版传媒集团



经济科学出版社
Economic Science Press

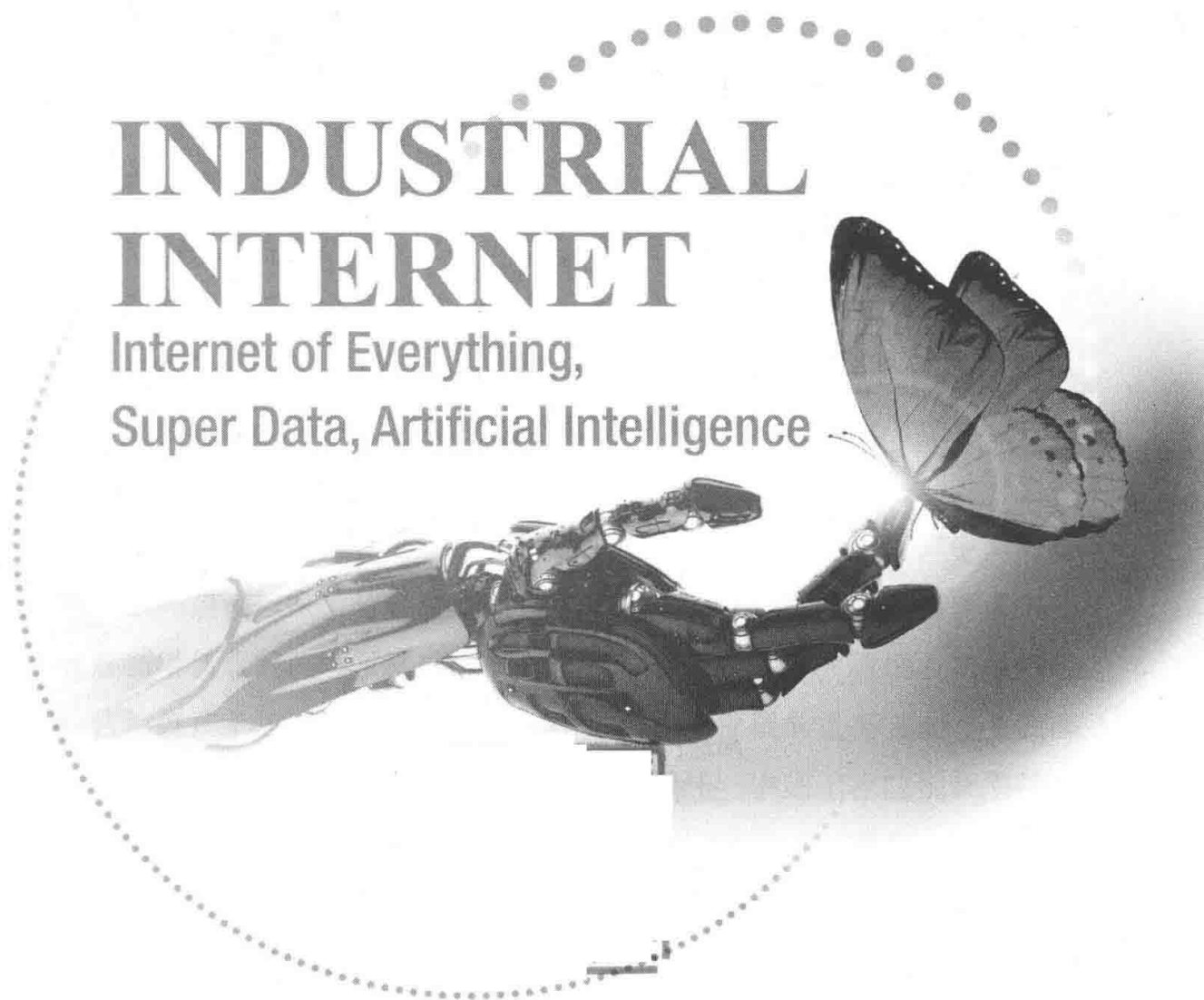
工业互联网：

万物互联、超级数据和人工智能


余来文 封智勇 林晓伟 陈昌明 编著

INDUSTRIAL
INTERNET

Internet of Everything,
Super Data, Artificial Intelligence



中国财经出版传媒集团

 经济科学出版社
Economic Science Press

图书在版编目 (CIP) 数据

工业互联网：万物互联、超级数据和人工智能/余来文等编著.
—北京：经济科学出版社，2018. 11
ISBN 978 - 7 - 5141 - 9845 - 4

I. ①工… II. ①余… III. ①互联网络 - 应用 -
工业发展 - 研究 - 中国 IV. ①F424 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 240050 号

责任编辑：孙丽丽 程憬怡

责任校对：靳玉环

版式设计：陈宇琰

责任印制：李 鹏

工业互联网：万物互联、超级数据和人工智能

余来文 封智勇 林晓伟 陈昌明 编著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址：北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编：100142

总编部电话：010 - 88191217 发行部电话：010 - 88191522

网址：www. esp. com. cn

电子邮件：esp@ esp. com. cn

天猫网店：经济科学出版社旗舰店

网址：http://jjkxcbs. tmall. com

北京季蜂印刷有限公司印装

710 × 1000 16 开 25 印张 360000 字

2018 年 11 月第 1 版 2018 年 11 月第 1 次印刷

印数：0001—3000 册

ISBN 978 - 7 - 5141 - 9845 - 4 定价：78.00 元

(图书出现印装问题，本社负责调换。电话：010 - 88191510)

(版权所有 侵权必究 打击盗版 举报热线：010 - 88191661)

QQ：2242791300 营销中心电话：010 - 88191537

电子邮箱：dbts@ esp. com. cn)

向工业互联网迈进

时值 2018 年，恰逢中国改革开放 40 年，富士康正好迎来大陆投资的三十载。2018 年 6 月 6 日，富士康集团总裁郭台铭在深圳举办了一场“三十而立，智造未来”实体经济与数字经济融合发展高峰论坛，这是富士康面向未来，寻找“重生”的机会。郭台铭表示，“今天既是一场庆生，也是关于未来的一次蝶变，而立之年的富士康，将全力推动智能制造，尽力成为中国先进实体经济中推动互联网、大数据和人工智能的领头羊！”对于下一个 30 年，富士康将更加致力于推动互联网、大数据、人工智能同实体经济深度融合，深入实施工业互联网创新发展战略。为此，富士康正在全力推进智能制造，用互联网重塑实体经济。富士康将工业互联网视为下一次机会，即从传统制造企业向工业互联网转型。可以说，这与中国制造 2025 战略刚好不谋而合。伴随“中国制造 2025 战略”的大力实施，未来工业互联网必将迎来新一轮热潮。工业互联网代表了未来先进制造发展方向，通过传感器，把人、机器、数据给连接起来，工厂将不断进化升级，监控机器的运转状态、改善生产线的运转，将制造业向“数字制造”转型。

近年来，自德国工业 4.0 和美国工业互联网等战略布局及“中国制造 2025”战略启动以来，智能制造已经成为全球经济转型升级和占领未来经济发展新增长点的核心领域。所谓的智能制造是指基于大数据、物联网等新一代信息技术与制造技术的集成，作为制造业发展的重要方向，是我国培育经济增长新动能、建设制造强国的重要依托。中国工程院院长周济认为，智能制造是我国制造业创新发展的主要抓手，是我国制造业转型升级的主要路径，是“中国制造 2025”加快建设制造强国的主攻方向。对于我们国家更应该发挥后发优势，采取三个基本范式并行融合发展的技术路线，走一条数字化、网络化、智能化并行推进的智能制造创新之路。2018 年 6 月 8 日，富士康工业互联网公司以“工业富联”正式登陆上海证券交易所，首日股价上涨 44%，至 19.83 元，市值达到 3 906 亿元，一举成为

中国 A 股科技版的龙头。富士康工业互联网公司也是致力于为企业提供以自动化、网络化、平台化、大数据为基础的科技服务综合解决方案，引领传统制造向智能制造的转型。

在人工智能大潮推动下，制造业发展与人工智能正在紧密结合，逐步走向智能制造。此外，人工智能应用也开始落地开花，从智能安防到智能客服，再到智能教育和智能医疗。以色列作家尤瓦尔·赫拉利在《未来简史》一书中描绘了这样一幅场景：人工智能可能比你更了解自己。“未来，人工智能从你出生那天就认识你，读过你所有的电子邮件，听过你所有电话录音，知道你最爱的电影……”随着互联网+、大数据、云计算、物联网等技术的日新月异，人工智能（AI）的产品将延伸至社会的方方面面，为人类提供更加精确、更加智能的服务。从互联网发展的历程看，互联网已经经历了内容索引、搜索引擎、自媒体社交等技术入口，而人工智能（AI）已经被 IT 界普遍视为下一代互联网的技术入口，所以无论是目前的 IT 巨头，还是创业公司都在发展人工智能技术，都在努力抢占人工智能技术入口。不仅如此，人工智能将引领第四次工业革命。360 人工智能研究院副院长谭平曾在中国互联网大会上表示，第一次这样的工业革命的典型代表就是蒸汽机的出现，第二次则是灯泡、电力的广泛使用，第三次工业革命我们有了电脑、互联网，第四次工业革命很有可能是人工智能。屏幕中与你对话的可能是“机器人客服”，新闻稿件的作者可能是“机器人记者”，快递包裹的分拣员可能是“智能分拣机器人”。这些场景对我们已经不再陌生，从信息传播效率的提升，到生活方式更加便捷，生产成本更加低廉，基于互联网深度发展的人工智能技术正在全方位改变社会生活，给人类生活带来更多新图景。

近年来，人工智能得以突飞猛进的发展，超级计算至关重要。在中国，联想近年在超算领域的发展成绩斐然，可圈可点。在最新发布的 TOP 500 超级计算机的排行榜上占据 87 席，相当于每 6 台超级计算机当中，就有一台是联想的。在联想转型人工智能大计之中，超算可谓是一个重要的开始。联想把自己的 AI 策略称为“ABC”，A 是算法，B 是大数据，C 是

计算力。迈向人工智能时代，可以说联想以超算作为其计算力的支撑。未来，云计算、边缘计算、人工智能等技术将对计算力不断提出新的需求与挑战，计算力也必将在技术发展中发挥越来越重要的战略核心作用。据了解，在超算领域，E级（百亿亿次）系统的脚步已经在向我们走来；人工智能领域，近几年的发展更是如日中天。两个领域的应用对计算能力的追求都是永无止境的；两种系统架构的深度融合将成为超算技术发展的重要趋势之一。

如果说互联网让人与人之间的沟通不再受时空限制，那么物联网则让物物相连成为现实，从人与人到人与物，再到物与物，万物互联时代正在来临。早晨醒来，轻轻说句话即可将房间窗帘缓缓拉开；去公司路上，基于实时路况感知和大数据智能推荐，能够安全合理地进行自动驾驶操作；晚上下班，智能空调已经在你即将到家之前自动开启到最适合的温度……随着智能物联技术的发展，曾经只存在于想象中的智能生活，现在已触手可及。事实上，它已经深入到政务、医疗、旅游、物流以及其他重点领域，让生活变得高度可感知、高度互联互通、高度数字化、高度智能化。不仅如此，包括腾讯、阿里、谷歌和微软等在内的国内外科技巨头押注下，万物智联时代已经到来。百度推出自动驾驶计划、阿里探索无人零售、腾讯聚焦人工智能……在2018年的腾讯云+未来峰会上，马化腾在万物互联大背景下提出了人联网、物联网和智联网三张网概念，并希望在云时代通过“连接”，促成“三张网”的构建。可以说，物联网开启智慧生活新图景。

中国将从制造大国向制造强国转型升级，“中国制造2025”行动纲领已经成为制造业的目标和共识。从本质而言，所谓工业互联网就是将物联网、云计算、大数据、移动互联、人工智能等先进信息技术和工业技术融合形成的新制造业态。我们借用一下郭台铭先生的“九字真经”，即用九个字来形容富士康的工业互联网生态：“云移物大智网+机器人”，其中，“云”是云计算，“移”是移动讯息，“物”是物联网，“大”是大数据，“智”是人工智能，“网”是工业互联网，加上机器人，这些硬件设备从核

心层到 IaaS 层，到 PaaS 层、SaaS 层，富士康已经累积了很多制造经验，这些设备都是富士康自制，掌握自己的核心技术能力。我们也寄希望更多的中国传统制造企业以工业互联网为载体，把工业大数据转换为人工智能，为工业互联网迈向第三次工业革命掀开新篇章。

目录

第1章 智能时代 / 1

- 1.1 智能时代下的衣食住行 / 10
 - 1.2 解读智能时代 / 19
 - 1.3 智能时代的内核 / 28
 - 1.4 智能时代的制高点：工业互联网 / 36
 - 1.5 人机融合：超人工智能时代 / 47
-

第2章 人工智能 / 63

- 2.1 人机大战：从阿尔法围棋到国产星阵 / 71
 - 2.2 让机器人真正智能起来 / 76
 - 2.3 人工智能算法：深度学习 / 89
-

第3章 超级计算 / 115

- 3.1 数字经济：经济发展新引擎 / 123
 - 3.2 解密超级计算 / 139
 - 3.3 超级计算管理 / 146
-

第4章 云端服务 / 165

- 4.1 云端时代：无处不在的云 / 175
- 4.2 解密云计算 / 180

4.3 云服务：让云落地 / 189

4.4 云部署模型 / 202

第5章 万物互联 / 223

5.1 万物互联时代 / 230

5.2 解密物联网 / 242

5.3 万物互联：从物联到万联 / 260

第6章 数据应用 / 283

6.1 解密大数据 / 292

6.2 大数据与人工智能 / 300

6.3 数据管理 / 309

第7章 智能应用 / 331

7.1 “智能+”时代开启 / 339

7.2 “智能+”应用 / 345

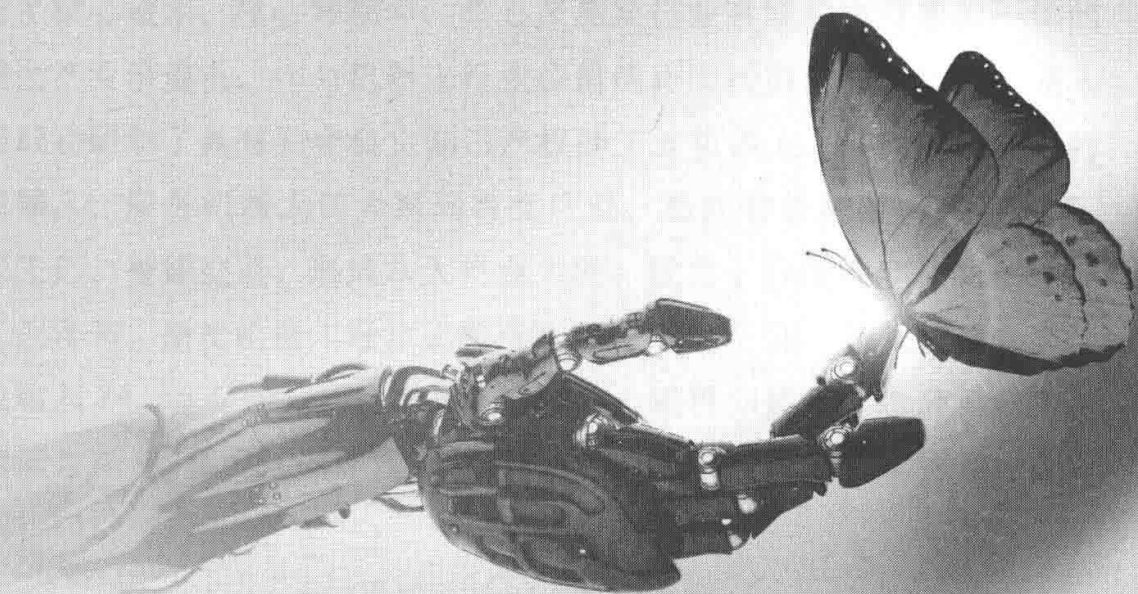
7.3 未来智能社会 / 370

参考文献 / 388

第1章 智能时代

随着云计算、大数据、人工智能为代表的新一代信息技术得到了快速发展与深度应用，正引领社会进入智能时代。新时代所有组织的运转核心，是由系统和数据构成的“大脑”。没有“大脑”的组织，将成为管理、运营和发展上的“低能儿”。

——浪潮集团董事长兼CEO 孙丕恕



新松机器人：领航智能制造

The logo for Siasun (新松) features the word "SIASUN" in a bold, italicized, sans-serif font, followed by the Chinese characters "新松" in a similar bold, sans-serif font.

图片来源：www.siasun.com。

2018年6月19日，新松携自主研发三款创新产品——轻载复合机器人（国内首台智能柔性7轴复合机器人）、工业机器人、智能服务机器人，亮相2018德国慕尼黑机器人及自动化技术贸易博览会，与全球机器人企业同场竞技，展现中国机器人技术实力。

一、公司介绍

新松机器人自动化股份有限公司（以下简称“新松机器人”）隶属中国科学院，是一家以机器人技术为核心，致力于全智能产品及服务的高科技上市企业，是中国机器人产业前10名的核心牵头企业，也是全球机器人产品线最全的厂商之一，以及国家机器人产业化基地。公司已形成以自主核心技术、核心零部件、核心产品及行业系统解决方案为一体的完整全产业链。作为机器人行业位居国际同行前三位，新松机器人已经成功研制了具有完全自主知识产权的工业机器人、移动机器人、特种机器人、服务机器人四大系列百类产品，面向智能装备、智能物流、智能工厂、智能交通，形成八大产业方向，致力于打造数字化物联新模式。近年来，新松机器人经营业绩持续增长。2017年，新松机器人实现营业收入24.55亿元，同比增长20.73%；实现归属于上市公司股东的净利润为4.48亿元，同比增长8.99%。新松机器人近五年的营业收入见图1-1。

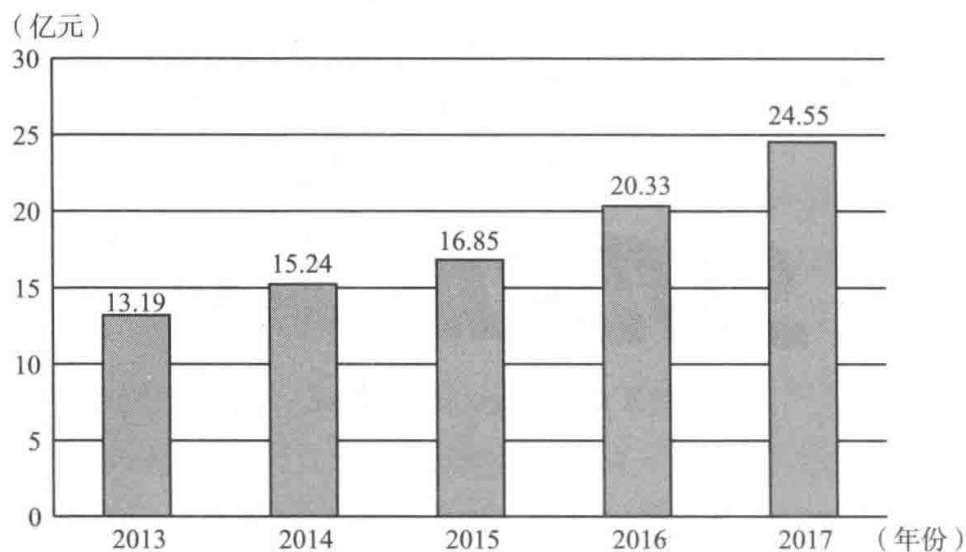


图 1-1 新松机器人近五年营业收入状况

二、自主研发复合机器人

成立仅 18 年的新松公司，从点焊机器人开始，陆续推出了工业机器人、移动机器人、洁净机器人、特种机器人和服务机器人五大类 70 余种机器人产品，成为全球机器人产品线最全的厂商之一，国内最大的机器人研发制造基地。凭借雄厚技术与 1 000 多个项目总承包商，新松公司已成为机器人系统集成商，并发展成为“智能工厂”的供应商。在 2018 年德国慕尼黑机器人及自动化技术贸易博览会上新松机器人多复合机器人联动技术（国内首台智能柔性 7 轴复合机器人；公司复合机器人在国际上率先研制成功，并批量实现产业化，目前该类产品已成功出口到多个国家）闪耀亮相，双车双臂同步协调作业，极大程度的拓展了新型机器人的应用场景，实现了智能制造模式的再度升级。“新型智能制造云平台”“工业机器人-AR 控制技术”“AI 人机交互技术”三大创新的技术的发布，再一次证明以新松为代表的中国机器人企业创新实力，展现新松强劲的技术水平与实力，敢于同世界一流企业同台亮相，进军国际化。

从中科院沈阳自动化所脱胎而来的新松创业者，直面市场也曾“拔剑四顾心茫然”。用新松公司中央研究院院长徐方的话说，什么市场公关，什么打通人脉，都不灵光，只会走技术这条直线、正道，开口闭口讲技术

已融入到每个人的基因里。“最初撞上门来的活计都是‘啃骨头’和‘卡脖子’项目。”

先说什么是“啃骨头”。国内第一条汽车自动化生产线原先采购的是国外机械手，合作进行到一半，外方退出了。没人愿接手的烂摊子交给新松，死马当作活马医，新松全体总动员，解剖麻雀似地逐一攻关。不期然间的成功，竟让新松由此一炮打响！后续订单接踵而来。

再说说“卡脖子”。当今世界，制造业强国尚握有一张王牌——芯片，附着着生产芯片所用的真空机器人都牢牢掌控，凡出口中国均设立严格的许可证制度和飞行检查条款。洁净（真空）机器人成了严重制约我国半导体设备制造的“卡脖子”项目。花多少钱也买不来的东西，新松决定自己做。继国家“十一五”重大攻关项目真空机械手成功填补国内空白之后，新松乘胜出击，相继开发出洁净镀膜机械手、洁净搬运机械手、洁净物流自动输送设备等产品，为国家拿出了全套“交钥匙”工程。作为洁净机器人领域国内唯一的供应商，新松为国内半导体、LED、光伏、核电、医药、金融等行业首次提供了具有中国话语权的解决方案。新松的突破打破了国外大企业的垄断，国际机器人厂商主动削平门槛放低身价，傲慢与偏见搁在一边，转而钦佩新松的及时补缺是令人尊重的“中国填空”。

传统的机器人，无论机械手还是机械臂，都是一种可编程的设备。新一代的机器人，脱离了机械设备的概念，更多纳入了网络、信息的传感，包括医疗、服务、军方、国防安全等。这是整个内涵的全部外延，在这个范围内，机器人的范畴由过去的工业机械手，开始拓展到医疗、国防、服务等。工业机器人推动传统产业转型，服务机器人实现新经济增长点。随着物联网、大数据平台等信息技术的不断完善，新松公司也将创新技术融入机器人产品中来，为更好地完善智能服务机器人功能，基于多信息技术平台打造的多机器人调度系统、远程控制系统也将于今年问世。多机器人调度系统意在解决多机器人在同一区域内工作时，可能发生的冲突、拥堵等现象，对区域内机器人进行同一协调、调度，可以与餐厅点餐系统结合，打造完全自主的机器人餐厅。机器人远程监控系统是实现高度模块化

监控系统产品，系统能够实现针对机器人的状态进行监控，采集报警信息，统计机器人运行数据，进行大数据分析。在此数据基础上能够得到机器人运行数据模型，从而实现对故障进行预判，降低机器人维护成本（见图 1-2、图 1-3、图 1-4）。



图 1-2 新松迎宾展示机器人



图 1-3 新松送餐智能机器人



图 1-4 新松讲解引领机器人

不仅如此，新松机器人还自主研发的我国首款复合型机器人。这个小小的机器人不再像以往那样按照固定的线路行走工作，而是可以在车间里自由地行走并十分精确地完成工作，当其他工位人手不足时，接到指令的他还会主动上前帮忙，马上进入角色开始工作。复合型机器人代表着我国机器人行业的领先技术，与国际领先的机器人厂商推出的类似产品几乎同步，且技术水平相当，精度、速度等指标不相上下。它集合了智能移动机器人、通用工业机器人等工作单元，采用视觉误差补偿等技术，满足了企业智能化数字车间对整个机械结构运动精度的苛刻要求，解决了因多个运动单元的误差累积而造成精度不达标的问题，极大地拓展了工业机器人的应用适应性。

据了解，新松复合型机器人目前已有数十台的市场销量并已实际应用到企业的数字化智能工厂中，市场反响良好，预计未来将取得更多的市场份额。机器人总裁曲道奎表示，复合型机器人存在着巨大的市场潜在需求，是新松机器人与国际机器人巨头争相进行科研攻关的重点，也是未来产品竞争的主战场之一。

三、打造新松数字化智能工厂

2014年9月,新松推出力作——数字化智能工厂,用机器人生产机器人,标志着新松真正意义上将机器人、智能设备和信息技术三者现实融合。沈阳新松机器人公司结合自身优势将机器人、智能物流设备和网络信息技术三者制造业的完美融合,打造出了真正意义上的数字化智能无人工厂。新松数字化智能工厂涵盖了制造的生产、质量、物流等环节,主要解决工厂、车间和生产线以及产品的设计到制造实现的转化过程,是智能制造的典型代表。

沈阳新松机器人的数字化生产线已经投产,年产能将达到5 000台工业机器人。据介绍,与人工制造相比,数字化智能生产线不仅会极大地提升产品质量,生产效率也会提升5~10倍。新松数字化智能生产线占地15 000多平方米,集成了新松公司核心的移动机器人、堆垛机器人、装配机器人、检测机器人等系列产品。可实现物料自动搬运、柔性物料传输、零部件自动清洗、自动化装配等功能,将机器人、智能设备和信息技术三者生产过程中完美融合,解决产品从设计到制造全生产周期的转化。

“这条生产线之所以称为数字化制造,是因为整个过程实现了数字控制,是对传统的规划设计理念的一种颠覆。”新松公司品牌与公共关系部部长哈恩晶介绍说,目前生产线仍在调试阶段,部分岗位还需要人工协调,真正运行后,所有岗位都是“机器人”独立完成,只需要工程师进行视频监控就行了。

不仅如此,新松公司结合了制造执行系统(MES)、工业机器人、智能物流装备、智能移动机器人等方面的先进技术,打造出了涵盖智能仓储、物料输送、上下料、点焊、激光焊接等技术为一体的数字化智能工厂。其中,新松机器人数字化智能工厂分为焊接装配及物流仓储两部分,其中焊接装配环节包括2台负责上下料工作的20kg六轴工业机器人,一台负责激光焊接的50kg六轴工业机器人以及一台210kg点焊六轴工业机器人;而数字化工厂物流仓储部分,则是包括目前得到国际物

流市场高度认可的自动化立体仓库、高速轻型堆垛机、智能移动机器人等产品。

机器人数字化智能工厂的核心系统是制造执行系统（MES），新松机器人为企业量身打造的MES系统可以与企业现有ERP、CRM及MIS系统实现完美对接，通过信息传递对从订单下达到产品完成的整个生产过程进行优化管理，从而优化企业生产制造管理模式，强化过程管理和控制，达到精细化管理目的。

四、结论与启示

第一，自主创新战略。德国“工业4.0”，美国再工业化，中国制造2025，这一系列的战略动作表明，以智能制造为核心竞争的时代已经来临。改变生产方式、改变生活方式、改变作战方式，能在一个领域产生社会激荡都可谓革命，而智能机器人将来却能做到集颠覆性变革于一体。伴随大数据、互联网和人工智能等科技发展，机器人只有不断升级并具备更多“人”的智能，才能带动制造模式变革。

第二，做大做强核心技术。新松创新奔跑有3个“80”：技术研发人员占全体员工80%以上，新产品占总销售额的80%以上，创造了中国机器人产业发展史上的80个第一。新松每年研发投入超过销售额的12%，在辽宁规模以上企业中独占鳌头。专注于所长的新松，目前拥有600多项国家专利，取得10项软件产品著作权，制定了5项国家标准和几十项企业标准。而对自己不擅长的硬件制造环节，新松果断通过两化融合平台，向国内配套企业转移，向全球产业链外委。偌大新松，一线生产工人只有两百多。

第三，做最丰富的产品线领跑同业。机器人的门类很广泛，包括工业机器人、移动机器人、洁净机器人、特种机器人和服务机器人五大类产品。工业机器人俗称机械手，只是其中最常见的品类之一。欧洲、美国、日本各擅其长，欧洲侧重工业机器人，美国青睐特种机器人，日本服务机器人最多。但能把五大类机器人产品线做全者唯有新松。为啥做这么全？