

# 我国轮胎装备智能化发展的思考及实践

官炳政

(软控股份有限公司, 山东 青岛 266045)

**摘要:**在智能化浪潮下,制造业生产模式开始由批量化生产向大规模定制转型,智能技术已经赋能轮胎行业转型升级,并赋予我国轮胎装备实现飞跃的新机遇。轮胎装备智能化发展的途径主要包括:在物理系统层面提升轮胎装备的可靠性及品质;在新一代信息技术应用方面充分做好大数据的收集和分析,利用大数据驱动智能控制和过程优化;坚持以人为核心,减少对轮胎生产关键环节的非必要影响;转变产品交互方式,加强人与设备的智能交互。软控股份有限公司的装备智能化实践进展良好,未来轮胎装备智能化实践需要更多企业参与,争取实现更大的发展。

**关键词:**轮胎装备;智能化发展;转型升级;可靠性;大数据;无人化;人机交互

**中图分类号:** TQ336.1

**文章编号:** 1006-8171(2021)03-0190-05

**文献标志码:** A

**DOI:** 10.12135/j.issn.1006-8171.2021.03.0190

目前,中国轮胎行业正在经历转型升级的历史阶段,在智能化浪潮下,企业转型升级加速,产品品质和品牌影响力快速提升<sup>[1-2]</sup>。虽面临新冠肺炎疫情、国际贸易壁垒等不确定性因素影响,中国轮胎企业快速增长的步伐未曾停止。

中国制造2025、德国工业4.0、美国工业互联网计划等都将制造业转型升级提升到国家战略高度,智能化发展已成为制造业转型升级的主要方向<sup>[3-4]</sup>。与德国、美国等传统制造业强国相比,我国装备制造业基础薄弱,行业之间、企业之间发展不平衡,中国制造业从1.0—3.0时代同步向4.0时代转型。对轮胎行业而言,现存的行业基础不平衡现象尤其明显,企业之间具备智能化转型的基础能力存在巨大差异<sup>[5-7]</sup>。

**基金项目:** 2020年青岛市自主创新重大专项项目(20-3-2-9-zhz)



**作者简介:** 官炳政(1974—),男,山东青岛人,软控股份有限公司总裁、中国机械工程学会物流工程分会(管道物料输送专业)主任委员,中国石油和化工勘察设计协会橡胶塑料设计专业委员会副主任委员,长期从事橡胶装备行业研究,积极推动行业技术创新和成果产业化。累计申请核心专利57项。作为项目负责人主持参与的“全自动小料称量系统”“先进密炼控制系统”“低温液体计量系统”项目被鉴定为国际先进水平,曾荣获国家科学技术进步二等奖、中国石油和化学工业联合会科技进步三等奖。

**E-mail:** guanbz@mesnac.com

根据国务院发布的《新一代人工智能发展规划》,新一代智能制造系统是由人、信息系统和物理系统有机集成的综合智能系统。人在智能制造系统中居于核心位置,是信息系统和物理系统的创造者,同时也是系统的使用者、运营者和管理者,整个智能制造系统的目的仍然是为人类服务。

智能化为中国轮胎装备的发展提供了新的历史机遇和挑战。目前,中国轮胎企业智能制造转型升级的热情和参与度很高,轮胎装备的智能化发展如火如荼,中国轮胎装备的智能化发展值得全行业认真思考与积极实践。

## 1 智能技术赋能轮胎行业转型升级

轮胎行业面临客户需求越来越多、个性化定制需求旺盛、企业轮胎型号众多、成本上涨、管理复杂度提高、生产过程不可控因素增多等诸多问题。轮胎行业现有的生产模式难以满足客户不断增长的个性化需求,迫切需要转型升级,智能化发展是解决轮胎企业不确定性、多样性的有效手段,可以提升企业资源配置效率和产品品质,提升企业的竞争力。

轮胎装备是连接物料和人、承载轮胎生产工艺方法的载体,作为轮胎生产过程中的核心工具,轮胎装备的品质和智能化程度决定轮胎企业智能化的进程,进而影响轮胎品质。

新一代智能制造技术包括5G、物联网、信息物理系统、云计算和大数据等技术,这些技术可以从设备互联、数据传输、自动化控制、分析决策等层面提高制造系统的自适应、自决策等能力,轮胎行业智能化升级需求引领、倒逼轮胎装备智能升级<sup>[8-9]</sup>。

## 2 智能化发展赋予我国轮胎装备实现飞跃的新机遇

### 2.1 轮胎装备已形成成熟的产业积累

虽然我国轮胎装备企业起步晚,但凭借其在装备制造领域的深耕,已经取得巨大的进步。中国是全球轮胎发展的重要市场,各大轮胎企业纷纷在中国建厂,给我国轮胎装备企业提供了与高端客户开展合作的良好机遇,也形成了全门类的轮胎装备企业,众多轮胎装备企业凭借其优异的产品、高性价比、优质的服务和灵活快速的交付能力进入了顶端轮胎企业的供应商行列。根据《欧洲橡胶杂志》(ERJ)2020年发布的橡胶装备企业排名,全球前36名中,中国企业占据14席,中国是进入企业排名最多的国家。

我国轮胎装备企业在发展的同时,对轮胎生产工艺、装备研发设计、加工制造各环节进行了深入研究,与国外轮胎装备企业的差距逐渐缩小,甚至在某些产品上更富有竞争力。我国轮胎装备由“中国制造”向“中国创造”转型,由追赶者的状态向引领者挺进,这个过程得益于中国更加开放的市场环境、更加健全的生产保障体系和更加充裕的人才队伍。

### 2.2 智能化为轮胎装备发展提供新机遇

轮胎产业链各企业积极拥抱智能化,推进传统制造业向数字化和智能化模式转型主要表现在两个方面,一是自身管理对数字化和智能化制造转型的需求,以及企业对轮胎品质和精益生产的追求,要求企业管理和设备能力必须向智能化转型;二是轮胎的流通或者商业环境,例如需求侧的个性定制、轮胎射频识别(RFID)溯源等,倒逼企业的数字化制造转型。

随着智能技术和工业互联网的兴起,新一代信息技术与制造业开始深度融合。从国家战略到地方产业政策,从行业推动到企业主导,从智能产

品到智能装备、智能生产线、智能车间、智能工厂,轮胎生产行业和轮胎制造装备企业借助新技术不断进行产品的升级改造,助推轮胎行业的快速发展,进一步提升了轮胎装备行业的竞争力<sup>[10]</sup>。

### 2.3 轮胎装备智能化升级仍面临巨大挑战

虽然我国轮胎装备发展已经具有较好的产业积累,同时遇到最好的智能化升级时代,但轮胎装备企业仍面临着严峻的挑战。

大环境不确定给轮胎装备行业发展增加了不确定因素。新冠肺炎疫情对全球经济产生巨大冲击,全球贸易处于低位运行状态;中美贸易摩擦、局部贸易保护主义抬头给全球经济带来众多不确定性;国内供给侧结构性改革等一系列因素致使轮胎行业市场竞争异常激烈,轮胎行业处于去产能状态,从内外部来看,轮胎装备需求不强劲。

轮胎装备研发基础需长期积累,轮胎产品品质需进一步提升。与国外优秀装备企业相比,我国轮胎装备企业在行业积累方面偏薄弱,虽然在研发设计、基础理论研究、加工制造等领域进行了巨大的投入,在产品深层次机理、技术细节方面还需要进行深入研究和机理分析。

轮胎装备复杂度高、装备企业众多,数据具有异源、异构特性,数据之间标准性差,数据之间多关联、强耦合,数据噪音大<sup>[11]</sup>。轮胎生产过程中的大数据特性与制造业对大数据的专业性、时序性、关联性和流程性要求之间存在冲突。大数据蕴藏着巨大的价值,通过大数据探寻设备深层次原因,运用好大数据对产品机理、过程优化、设备管理具有重要的价值。

## 3 我国轮胎装备智能化发展途径

随着智能化的发展,装备产品的复杂性持续增大,传动和控制技术越来越复杂和多样化,生产工序的用时越来越短,还要满足客户的高度个性化需求<sup>[12]</sup>。面对复杂的装备系统、生产工序和智能制造体系,轮胎装备在拥抱智能化发展的同时,在物理系统层面,必须首先要解决复杂系统的可靠性问题;在信息系统层面,要抓住智能制造的核心基础大数据;推动轮胎生产关键影响环节的无人化;保证人在智能系统中的核心地位,增强用户智能交互

和体验,有序推进产业的智能化升级。

### 3.1 夯实物理系统——轮胎生产系统的可靠性

工业4.0绝不仅仅是靠构建信息物理系统(CPS)网络就能实现的。德国推出工业4.0的基础是其具备强大的工业基础,在研发设计、生产制造等领域积累了丰富的经验。中国轮胎制造是在1.0—3.0并存的情况下开展的,产业基础相对薄弱。智能制造是一项使能技术,可靠的系统叠加智能系统后会更加强壮,脆弱系统叠加智能系统后会不堪一击。在提升轮胎装备稳定性和可靠性的过程中,需着重从模块化和可靠性提升两个方面开展。

模块化是解决复杂系统的有效方法。智能橡胶装备、智能工厂是一个复杂的系统,零部件之间、产品之间的强耦合难以对产品进行有效的管理,通过模块化方式将复杂产品转化为具有标准接口的模块和产品平台,可有效简化产品管理难度,在保证小模块稳定、可靠的基础上促成大系统的稳定可靠。对于智能制造而言,只有更好的模块化设计产品,才能在制造环节更有效地提升流程效率,实现智能化的产品要素<sup>[13]</sup>。

稳定可靠是产品的基础,我国大部分轮胎装备在产品的一致性、稳定性方面还有进步的空间,这是产品发展的桶底工程。可靠性工程是一套系统的产品发展理论,涉及到产品设计、产品加工制造和运营维护管理。在设计端,通过可靠性设计消灭前期故障,在产品的运维阶段通过预防性维修控制偶然故障,通过寿命预测降低损耗故障。智能技术叠加至产品上会导致产品更加复杂,缺少模块的基础,产品内部的耦合性更强,故障率更高;缺少稳定性的产品是缺少地基的“楼房”,一旦有风险就会坍塌。

### 3.2 快速提升信息系统——轮胎生产系统大数据利用

大数据思维注重的是对象之间的相互关系,它是以大见小的思维方式,能够对形式多样的数据进行监控、操作,总体把握、全局掌控事物的发展变化<sup>[14-15]</sup>。

数据是未来制造业的“石油”,大数据将传统工业中的隐形因素、生产流程和操作经验显性化。传统生产中的诸多不可见问题,必须在故障

和问题发生之后才能发现。在智能时代,通过大数据可以发现轮胎生产过程中的隐形损耗和不可预知的变化,例如,基于装备自身的疲劳、振动、噪声等数据,实现生产过程的数据采集、清洗、筛选、算法分析等,提前对内衬层生产电动机、成型机的关键核心单元进行故障预测,降低设备的非计划停机风险;通过对轮胎成型、检测环节数据分析,建立胎坯质量预测系统,提升胎坯成型质量。

目前,轮胎行业数据集成和共享水平处于初级阶段,掌握大数据并不代表拥有了“金矿”。来源于不同环节、系统的数据结构存在差异,制造数据缺少标签,数据噪音大、可信度低等,如果不能对数据进行有效的分类聚合、流转和分析,大数据仍将成为生产过程中的负担。新一代智能制造通过深度融合数理建模与大数据智能建模所形成的混合建模方法,将推动复杂系统分析方法从“强调因果关系”的模式向“强调关联关系”的创新模式转变,进而向“关联关系”与“因果关系”深度融合的先进模式发展,从根本上提高复杂制造系统建模和分析的能力<sup>[16]</sup>。

轮胎行业需充分发挥大数据价值,以用户为中心,通过大数据将产品设计、市场销售、用户使用和售后服务等环节连接,打通生产全流程,让用户参与产品设计,实现设备运行各环节信息的透明化,创新资源配置方式和生产组织模式,准确满足客户的个性化需求,实现协同研发、协同制造。

### 3.3 以人为核心,解决轮胎生产关键影响因素

目前,大部分轮胎企业数字化、智能化程度不高,在轮胎生产过程中,人的操作给轮胎质量带来很多不确定因素。轮胎行业智能化发展的路径之一是通过智能技术将轮胎生产中人的宝贵经验知识数字化,同时要解决人在关键生产环节中的负面影响。

智能轮胎装备成为轮胎生产过程中的新型“智能终端”。轮胎装备向自动化、智能化方向发展已成为共识。例如,半成品生产过程中通过智能传感等技术对大型电动机进行故障诊断和预测,可代替通过人眼和经验判断;成型工序向无人化发展迅速,设备循环时间进一步缩短,出现智能控制单元、智能传感技术监测和控制设备贴合、接

头等,可实现设备自诊断、自适应。

智能车间向少人化、无人干涉方向发展。国内已经建立的智能车间,通过智能搬运、智能输送技术解放人的重复性劳动;在管理决策端,通过MES等管理软件、大数据可视化、分析技术实现生产过程透明化、决策简单化。

### 3.4 以人为核心,增强人机交互

智能化时代下,新技术、新业务模式提高了消费者的期望和权能。用户体验与交互不再局限于心理和情感反应,未来向人的知识、设备认知方向发展。

由于客户更关注产品使用中的价值,轮胎装备在向服务型制造转型的过程中,要持续为客户提供价值。大批量生产向大规模定制转型,用户角色与地位进一步提升,更多用户参与到产品设计和价值创造环节<sup>[17]</sup>。这些都对轮胎装备提出更高的交互体验,为客户交付智能化解决方案并不代表项目结束,而是设备生命运维、管理的开始,需要借助智能化技术为产品生命周期使用提供便利性、易用性。客户对产品的体验体现在设备的操作、更体现在设备的便利性、决策的易用性等方面。

更强的智能交互体现在设备的使用、运维、交流等环节。通过数字孪生、虚拟现实等技术增强用户沉浸感、重现工业应用场景。例如,通过大数据采集、数据可视化,企业可以对设备实时运行状态进行监控,实现对运营过程的远程控制、诊断和服务,降低运营、维修等服务成本。为提高设备操作效率,虚拟现实(VR)/增强现实(AR)/混合现实(MR)等技术将发挥关键作用,通过MR在工业装配和维护过程中实现对员工的虚拟培训<sup>[18]</sup>。

5G技术的商业化应用为制造业带来高速率、低时延、高可靠、大容量的网络环境,AR/MR等智能技术和产品融合将进一步增强设备的交互性和沉浸式体验<sup>[19-21]</sup>。

### 4 软控在轮胎智能化发展中的实践

软控股份有限公司(以下简称软控)深耕轮胎行业20年,积极拥抱智能化发展,致力于将20年装备制造经验转化为工业智能。软控以智能橡胶装备研发平台为基础,提供轮胎生产全流程80%以上

的核心智能装备,累计交付智能工厂和数字化车间升级改造项目50余项,其主要实践如下。

(1)坚持品质为基础。将产品模块化、标准化和可靠性作为智能装备提升的基础。公司推行全系列产品、全要素、全流程模块化,基于模块化平台先后推出PS2A半钢一次法成型机、TPRO-S全钢三鼓一次法成型机、BC-6小角度裁断机、AT3全钢三角胶生产线等产品。将可靠性系统工程理论贯穿于产品全流程中,以虚拟测试和物理测试双轮驱动产品和技术的迭代升级,形成对产品关键零部件、关键部套单元和整机的产品测试平台。

(2)坚持创新引领。中国智能制造在设备管理服务、生产过程管控等环节应用的案例和场景最多,这正是轮胎装备的主战场,软控加强设备远程运营维护、MR交互平台、设备故障诊断、大数据预测分析、机器视觉等技术的研发和应用场景推广。

(3)坚持标准引领。软控主导的轮胎用RFID 4项国际标准已经发布;联合行业内合作伙伴发布轮胎智能制造6项标准,在数据字典、网络架构、数据可视化、工厂物流、制造执行系统(MES)部署和设备健康管理等方面进行了有益的探索和应用。

### 5 结语

轮胎行业智能转型升级势在必行,轮胎装备作为轮胎生产过程的关键装备,其产品品质和智能化程度决定轮胎品质。虽然我国轮胎装备已经形成了一定的产业积累,但是在产品品质提升、智能化应用方面还需要进一步增强。

轮胎装备智能化发展的途径主要包括:在物理系统层面提升轮胎装备的可靠性及品质;在新一代信息技术应用方面充分做好大数据的收集和分析,利用大数据驱动智能控制和过程优化;坚持以人为核心,减少对轮胎生产关键环节的非必要影响;转变产品交互方式,加强人与设备的智能交互。

提升产品品质是轮胎装备的存在基础,激活大数据的能力是实现轮胎装备飞跃的关键因素;未来轮胎行业的智能化发展将以人为核心,减少轮胎生产关键环节中人的影响因素,增强人机交互。

目前,中国轮胎装备智能化发展的实践在软控进展良好,未来轮胎装备智能化实践需要更多企业参与,争取实现更大的发展。

### 参考文献:

- [1] 付宇涵. 我国制造业两化融合发展路径[J]. 企业管理, 2020(9): 104-109.
- [2] 梅克保. 加快发展智能制造 着力推动制造业高质量发展[J]. 中国发展观察, 2019(23): 18-19.
- [3] 周济. 智能制造是“中国制造2025”主攻方向[J]. 企业观察家, 2019(11): 54-55.
- [4] 赛迪智库产业政策法规研究所. 智能制造政策体系不断完善 推动制造业转型升级[N]. 中国电子报, 2020-09-11(4).
- [5] 李雨蒙. 中国制造70年崛起历程[J]. 企业观察家, 2019(11): 40-41.
- [6] 张晓英. 智能制造技术进入整体工厂阶段[J]. 汽车工艺师, 2020(9): 5.
- [7] 王帅. 两化融合助力橡胶机械制造行业转型升级[J]. 轮胎工业, 2019, 39(2): 122-126.
- [8] 张锐. 数字孪生: 工业智能化的核心驱动[J]. 新理财(政府理财), 2020(10): 32-34.
- [9] 黄焕袍. 智能制造背景下DCS未来发展四大趋势[J]. 自动化博览, 2020(10): 27.
- [10] 管晓宏. 智能时代的信息物理融合系统[J]. 网信军民融合, 2020(1): 14-17.
- [11] 李少波, 陈永前. 大数据环境下制造业关键技术分析[J]. 电子技术应用, 2017(2): 18-21.
- [12] 赵升吨, 贾先. 智能制造及其核心信息设备的研究进展及趋势[J]. 机械科学与技术, 2017(1): 1-16.
- [13] 徐春珺, 杨东, 闫麒化. 工业4.0核心之德国精益管理实践[M]. 北京: 机械工业出版社, 2016.
- [14] 童有好. 我国互联网+制造业发展的难点与对策[J]. 中州学刊, 2015(8): 30-34.
- [15] 李新保. 基于智能制造的质量信息化管理探究[J]. 中国管理信息化, 2019, 22(23): 65-67.
- [16] 何文韬, 邵诚. 工业大数据分析技术的发展及其面临的挑战[J]. 信息与控制, 2018(4): 398-410.
- [17] 李森. 面向用户体验的产品生态系统设计理论与方法研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2016.
- [18] 陈晓明. 智能制造工程技术人员——中国制造转型升级的“顶梁柱”[J]. 中国培训, 2020(9): 34.
- [19] 左世全. “互联网+”驱动生产制造方式转型[J]. 互联网经济, 2015(4): 44-47.
- [20] 林玮平, 魏颖琪, 李颖. 5G在工业互联网上的应用研究[J]. 广东通信技术, 2018(11): 24-27.
- [21] 赵维铎, 蒋伯章. 5G+工业互联网的思考与实践[J]. 中兴通讯技术, 2020, 26(5): 57-60.

收稿日期: 2020-10-30

## Thinking and Practice of Intelligent Development of Tire Equipment in China

GUAN Bingzheng

(MESNAC Co., Ltd., Qingdao 266045, China)

**Abstract:** In the wave of intelligence, the manufacturing mode had begun to transform from mass production to mass customization. Intelligent technology had enabled the transformation and upgrading of tire industry, and given new opportunities for tire equipment in China to achieve a leap. The main approaches to the intelligent development of tire equipment included: improving the reliability and quality of tire equipment at the level of physical system, fully collecting and analyzing big data in the application of new generation information technology, using big data to drive intelligent control and process optimization, adhering to the human centered approach to reduce the unnecessary influence of human on the key links of tire production, and transforming product interaction to strengthen the intelligent interaction between human and equipment. The practice of intelligent upgrading of tire equipment is progressing well in MESNAC Co., Ltd, and the future tire equipment intelligent practice requires more enterprises to participate in order to achieve greater development.

**Key words:** tire equipment; intelligent development; transformation and upgrading; reliability; big data; unmanned; human-computer interaction