

智能信息时代下装备制造领域的中国式转型升级

陈国强, 张芳兰, 徐丽, 申正义

(燕山大学, 秦皇岛 066004)

摘要: **目的** 对智能信息时代下装备制造领域的中国式转型升级进行综述分析。**方法** 以智能信息时代为背景,从发展历程、新时代内涵和发展趋势3个方面层层递进地对装备制造领域的历史机遇进行了探讨,依据知识图谱理论和普赖斯定律对装备制造领域转型升级的研究焦点进行了可视化分析和维度分析。**结果** 定义了装备制造领域转型升级的国家维度、企业维度和产品维度的三维焦点概念,提出了中国式装备制造领域转型升级的战略方法。**结论** 三维焦点的提出决定了装备制造领域中国式转型升级的战略架构,输出了政策驱动、需求驱动和设计驱动的3大驱动因素,结合时代背景和研究基础,总结出产业结构转型、企业理念转型和技术模式转型的3种转型模式,最终输出“互联网+”与装备制造领域服务化融合、数据驱动的互联互通智能制造模式、“双碳”战略下布局企业绿色转型和工业设计驱动产品深度升级4大策略路径,为装备制造领域的中国式转型升级提供了战略参考。

关键词: 装备制造领域; 智能制造; 智能信息时代; 转型升级

中图分类号: TB472 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2021)24-0060-13

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2021.24.007

Chinese-style Transformation and Upgrading of Equipment Manufacturing Field in the Intelligent Information Age

CHEN Guo-qiang, ZHANG Fang-lan, XU Li, SHEN Zheng-yi

(Yanshan University, Qinhuangdao 066004, China)

ABSTRACT: This paper summarizes and analyzes the Chinese-style transformation and upgrading of equipment manufacturing in the era of intelligent information. Based on the background of the intelligent information age, the historical opportunities in the equipment manufacturing field are progressively discussed from three aspects of development history, the connotation of the new era and development trend. According to the theory of knowledge graph and Price law, the research focus of transformation and upgrading in the equipment manufacturing field is analyzed by using visual and dimensionality analysis. The three-dimensional focus concepts of national dimension, enterprise dimension and product dimension of equipment manufacturing transformation and upgrading are defined, and the strategic methods of Chinese equipment manufacturing transformation and upgrading are put forward. The proposal of three-dimensional focus determines the strategic framework of Chinese-style transformation and upgrading in the field of equipment manufacturing and outputs three driving factors of policy-driven, demand-driven and design-driven. Combined with the background of The Times and the basis of research, three transformation modes of industrial structure transformation, enterprise concept transformation and technology mode transformation are summarized. The “Internet Plus” and equipment manufacturing field service integration, data-driven interconnection intelligent manufacturing mode, the layout of enterprise green transformation under the “Dual Carbon” strategy and industrial design-driven product in-depth upgrade four strategic paths are finally output that provide a strategic reference for the Chinese-style transformation and upgrading of equipment manufacturing field.

KEY WORDS: equipment manufacturing field; intelligent manufacturing; intelligent information age; transformation and upgrading

收稿日期: 2021-07-09

基金项目: 国家社科基金艺术学项目 (21BG125)

作者简介: 陈国强 (1975—), 男, 河北人, 博士, 燕山大学教授, 主要研究方向为高端装备创新设计理论及方法。

智能信息时代的到来催发了国家发展方式转型、产业结构深刻调整的紧迫性,同时促使中国进入了直面新产业革命巨大挑战的关键时期^[1],“中国设计”迎来了绝好的历史机遇。装备制造业作为可以直接影响国家国防安全 and 经济安全的具有战略性意义的重要产业被充分关注,其发展面临着双重压力,即发达国家重振高端制造的实体经济压力和新兴发展中国家低成本的制造竞争压力^[2]。深化改革结合创新驱动成为提升装备制造领域高端制造能力的两大立足点。其中,技术创新为核心,设计创新为重要手段。针对我国制造业“大而不强”的现状,通过创新设计夯实基础,健全生态,让“中国制造”向“中国智造”转变^[3];通过研究装备制造领域产品的现状、特点及现有的设计方法,探索智能信息时代下装备制造领域中国式转型升级的战略架构、动力因素和策略路径。

1 装备制造领域的历史机遇

1.1 发展历程

从发展脉络来看,1998 年中央经济工作会议中指出要积极培育新的经济增长点,正式提出了“装备工业”的概念^[4-5]。随后,装备制造业成为国防安全保障和国民经济增长的根基性产业,其重要地位在《关于加快振兴装备制造业的若干意见》中被指出^[6];《装备制造业调整和振兴规划》(2009-2011)中提出在各行业产业升级、技术创新和国家综合实力的发展过程中,装备制造业的发展水平成为重要保障和集中体现^[7]。纵观历史,装备制造业的发展在中国经历了萌芽生长期、高速发展期、平稳成长期和转型升级期 4 个重要时期,中国装备制造业的发展历程及特点见图 1。

1.2 新时代内涵

从历史资料来看,装备制造业的界定不断发生变

化和调整,《国民经济行业分类》(GB/T 4754-1984)于 1984 年首发^[8],历经 4 次修订后的中国装备制造业产业细分行业目录见图 2。

智能信息时代是跨越工业化阶段的新历史进程,以信息技术、计算机技术、新材料技术、生物工程技术 and 数字化技术等高新技术为基础,其重要特点是数据驱动成为人类社会发展的标志性驱动因素^[9]。智能信息时代的四大特征和三大趋向见图 3。

随着智能信息时代的到来和中国现存社会问题的影响,装备制造领域的内涵也随之发生改变。结合“十四五”规划纲要的重要内容和智能信息时代的特征与趋向归纳总结当前中国装备制造领域新时代的主要内涵^[10],以四大国民经济领域:公共健康(公共卫生和公共安全)、智慧城建(智慧城镇和智慧交通)、绿色生产(绿色制造和绿色产业)和全民服务(全民健康和全民教育)为基础进行细化,装备制造领域的新时代内涵见图 4。

1.3 发展趋势

从装备制造业规模总量来看,自 2011 年起,我国制造业跃居成为世界榜首^[11]。为了保持竞争力,发达经济体垄断了核心技术,导致新兴经济体国家只能从事附加值较低的加工贸易,这种现状至今还未发生根本性变化^[12]。因此,我国装备制造业在新时代背景下仍然受到制约:其一,产能矛盾突出,加剧恶性竞争;其二,人才短缺,制约行业发展;其三,产业集中度低,不利于行业发展。谭久彬提出解决制造质量问题(“四基问题”)、形成基础支撑能力是我国装备制造业由中低端迈进中高端的首要问题^[13]。在国内外市场的综合作用下,装备制造领域未来的发展趋势日益清晰:其一,产业布局 and 产业结构更加合理。装备制造领域在国家的宏观调控、政策引领以及特有的市场机制的多重推动下,形成了更加合理科学的产业布局,资本结构不断优化,由以往单一的国有化向多元化发展,

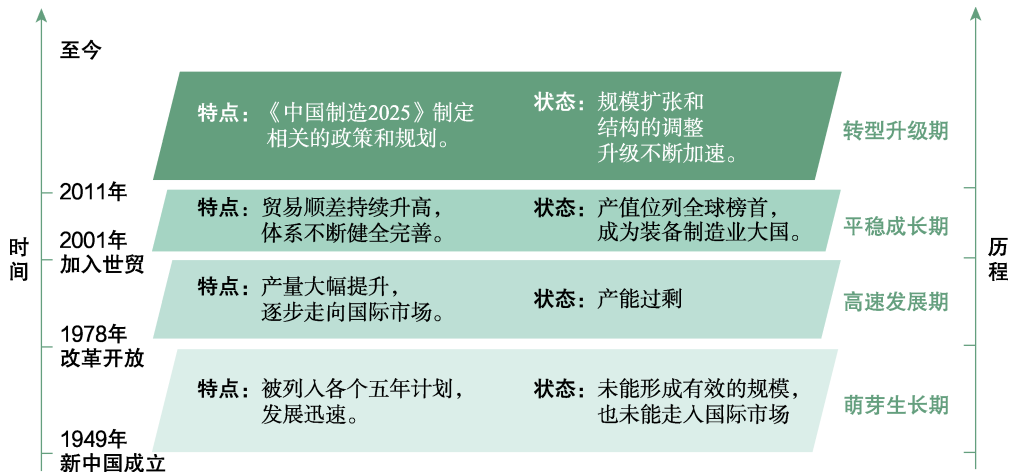


图 1 中国装备制造业的发展历程及特点
Fig.1 The development history and characteristics of China’s equipment manufacturing industry

中国装备制造业产业细分行业目录（GB/T 4754-2019）									
代码	33		34		35		36		
大分类	金属制品业		通用设备制造业		专用设备制造业		汽车制造业		
细分类	结构性金属制品制造	集装箱及金属包装容器制造	锅炉及原动设备制造	物料搬运设备制造	采矿、冶金、建筑专用设备制造	纺织、服装和皮革加工专用设备制造	汽车整车制造	改装汽车制造	
	建筑、安全用金属制品制造	搪瓷制品制造	轴承、齿轮和传动部件制造	文化、办公机械制造	农、林、牧、渔专用机械制造	环保、邮政、社会公共服务及其他专用设备制造	电车制造	低速汽车制造	
	金属工具制造	铸造及其他金属制品制造	其他通用设备制造业	金属加工机械制造	化工、木材、非金属加工专用设备制造	印刷、制药、日化及日用品生产专用设备制造	汽车用发动机制造		
	金属绳索及其制品制造	金属制日用品制造	烘炉、风机等设备制造	通用零部件制造	电子和电工机械专用设备制造	医疗仪器设备及器械制造	汽车零部件及配件制造		
	金属表面处理及热处理加工		泵、阀门、压缩机及类似机械制造		食品、饮料、烟草及饲料生产专用设备制造		汽车车身、挂车制造		
代码	37		38		39		40		43
大分类	铁路、船舶、航空航天和其他运输设备制造业		电气机械和器材制造业		计算机、通信和其他电子设备制造业		仪器仪表制造业		金属制品、机械和设备修理业
细分类	铁路运输设备制造	摩托车制造	家用电力器具制造	电机制造	雷达及配套设备制造	计算机制造	光学仪器制造	衡器制造	仪器仪表修理
	船舶及相关装置制造	助动车制造	非电力家用器具制造	电池制造	广播电视设备制造	电子器件制造	通用仪器仪表制造		通用设备修理
	城市轨道交通设备制造	航空、航天器及设备制造	其他电气机械及器材制造	照明器具制造	其他电子设备制造	通信设备制造	钟表与计时仪器制造		电气设备修理
	自行车和残疾人座车制造	非公路休闲车及零配件制造	输配电及控制设备制造		非专业视听设备制造	能消费设备制造	专用仪器仪表制造		其他机械和设备修理业
	潜水救援及其他未列明运输设备制造		电线、电缆、光缆及电工器材制造		电子元件及电子专用材料制造		其他仪器仪表制造业		铁路、船舶、航空航天等运输设备修理

图 2 中国装备制造业产业细分行业目录

Fig.2 The classification and evolution of China’s equipment manufacturing industry

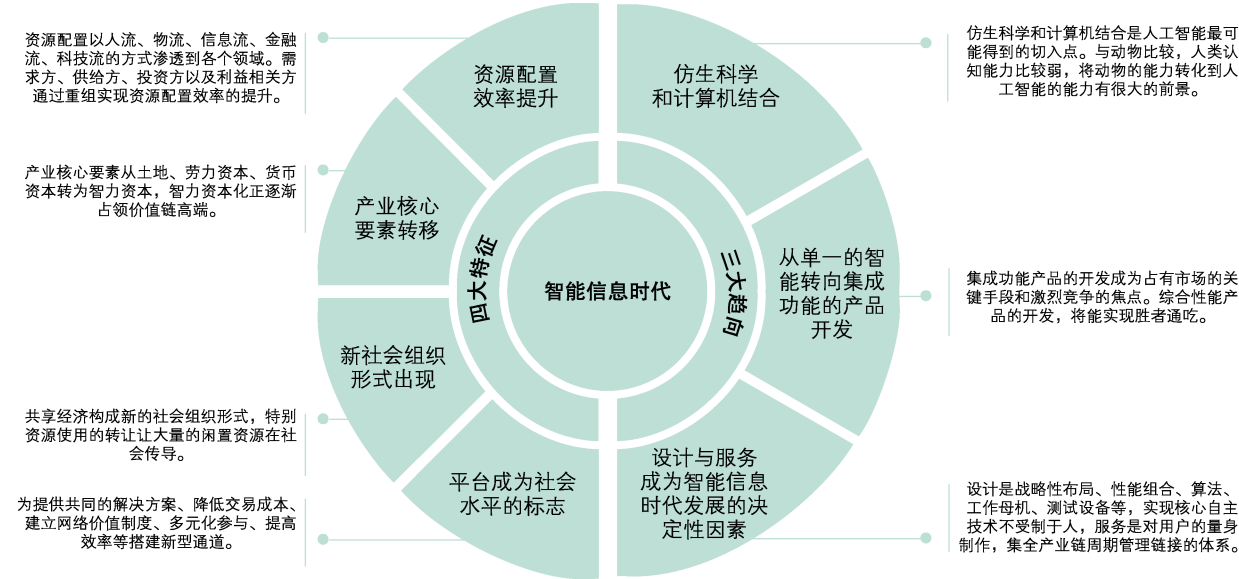


图 3 智能信息时代的四大特征和三大趋向

Fig.3 Four characteristics and three trends of intelligent information age

充分迎合产业未来的发展需求和建设特征。其二，高端装备智能制造成为产业发展的核心趋势，在产业结构不断优化和科技创新的驱动下，我国制造业将逐步缩小与发达国家的差距，突破技术壁垒，完成向高端装备智能制造的迈进。其三，全球产业体系不断融合形成更加明确的国际分工，经过不断地发展，我国装备制造领域成为国际高端制造产业不可或缺的关键力量，逐步提升了国际话语权和竞争力^[14]。

2 装备制造领域转型升级的三维焦点

制造业转型升级是以全球价值链为出发点，以工艺、产品、功能和产业 4 大模块升级为具体的表现形式^[15]，由低技术水平转向高技术水平、由低品质转向高品质、由低效益转向高效益、由高能耗转向低能耗、由高污染的粗放型经济增长方式转向低污染的集约

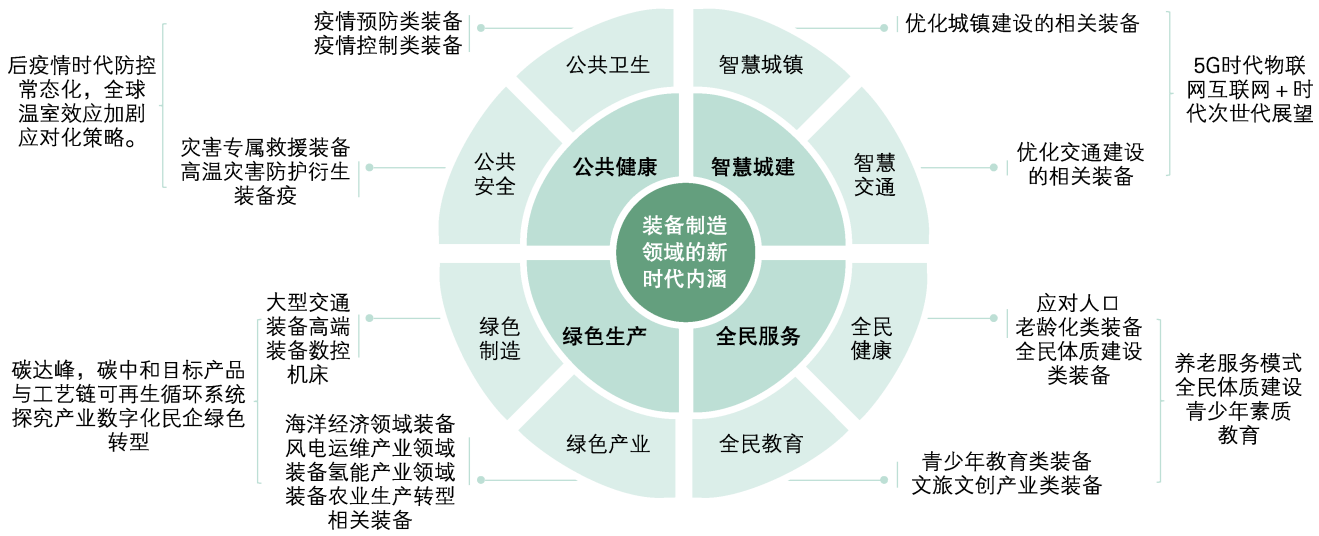


图 4 装备制造领域的新时代内涵

Fig.4 New era connotation of equipment manufacturing field

型经济增长方式。目前，我国装备制造业转型升级在巨大的挑战下拥有着前所未有的动力^[16]。

2.1 三维焦点可视化分析

对装备制造领域转型升级进行知识图谱分析与归纳^[17]，分析相关的研究内容和演化脉络，归结讨论热点与前沿，以主题“装备制造”和“转型升级”为检索条件，时间为 2009—2021 年，精确匹配检索，共检索到 507 条结果。梳理调研得到的数据结果去重叠后输出 327 篇具有功用性的文献，通过 Citespace 知识图谱分析软件生成研究文献关键词共现网络^[18]，2009—2021 年装备制造业转型升级研究文献关键词

共现网络见图 5。

依据普赖斯定律^[19]确定优秀学者发文量的阈值 $N_{th} = 0.749 \times N_{max}$ ， N_{max} 是发文量的最大值，用于规定高频关键词。去除搜索词汇后确定“智能制造”成为最高频关键词， N_{max} 值是 25，关键词的阈值通过运算确定为 3.745，在具体的分析中定义高频关键词的频次不小于 4^[20]。2009—2021 年装备制造业转型升级研究文献关键词频数见表 1。

通过对知识图谱和关键词频的分析和整理，可以将装备制造领域转型升级聚焦到 3 个不同的维度，笔者将其定义为国家维度、企业维度和产品维度。国家维度聚焦于相关政策的引导与支持，企业维度聚焦于

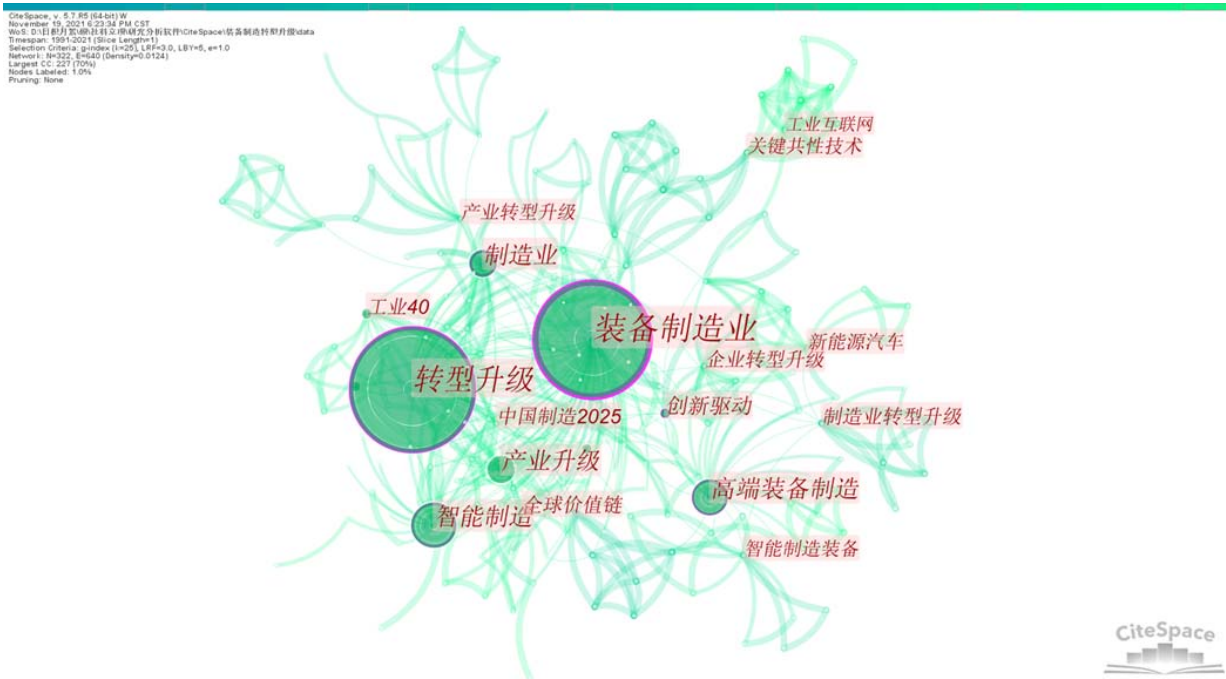


图 5 2009—2021 年装备制造业转型升级研究文献关键词共现网络

Fig.5 Research on the transformation and upgrading of equipment manufacturing industry from 2009 to 2021

表 1 2009—2021 年装备制造业转型升级研究文献关键词频数
Tab.1 Equipment manufacturing industry transformation and upgrading research literature key word frequency from 2009 to 2021

关键词	频数	中心性	关键词	频数	中心性	关键词	频数	中心性
装备制造业	87	0.48	制造业转型升级	9	0.08	供给侧结构性改革	5	0.04
转型升级	83	0.28	装备制造	8	0.01	设计创新	5	0.04
智能制造	25	0.14	中国制造 2025	8	0.01	先进装备制造业	5	0.03
制造业	18	0.16	智能制造装备	6	0.04	技术创新	5	0.02
高端装备制造	16	0.17	“互联网”	6	0.02	战略性新兴产业	5	0.01
产业升级	15	0.08	高端装备制造业	6	0.01	产业集群	5	0.01
产业转型升级	13	0.11	全球价值链	5	0.05	产业结构升级	4	0.03
创新驱动	10	0.11	工业 4.0	5	0.04			

通过顺应时势地调整经营战略实现企业战略部署和产业升级，产品维度聚焦于以科技驱动和设计驱动为中心的技术创新和产品创新。产品为点、企业为线、国家为面，三维焦点由点成线、由线成面，层层深入；以面定线、以线定点，级级紧扣。装备制造领域转型升级的三维焦点见图 6。

2.2 三维焦点的维度分析

1) 国家维度。国家维度的研究从国家和地方的相关政策研究着手，充分分析政策带来的机遇与挑战以及在各大政策引导下的产业和企业所做出的应对策略，发达国家和发展中国家现行路径和策略^[21-22] 见图 7。

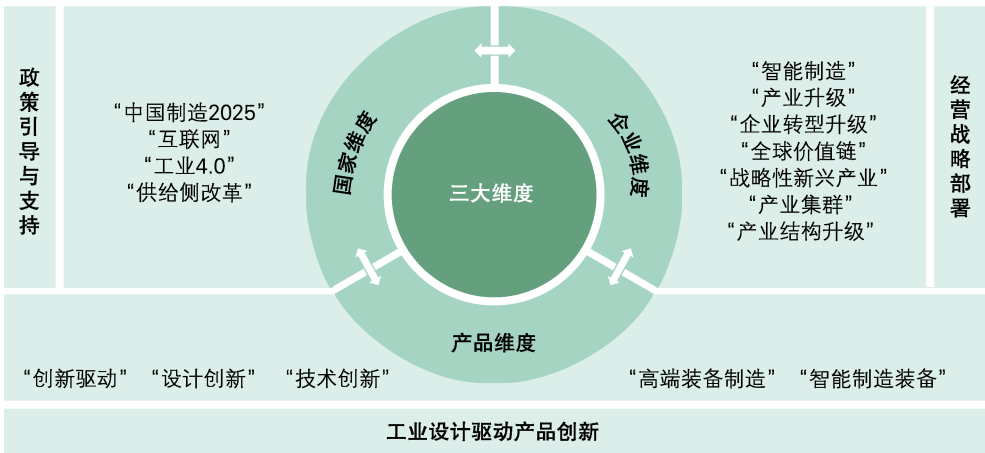


图 6 装备制造领域转型升级的三维焦点
Fig.6 The three-dimensional focus of equipment manufacturing transformation and upgrading

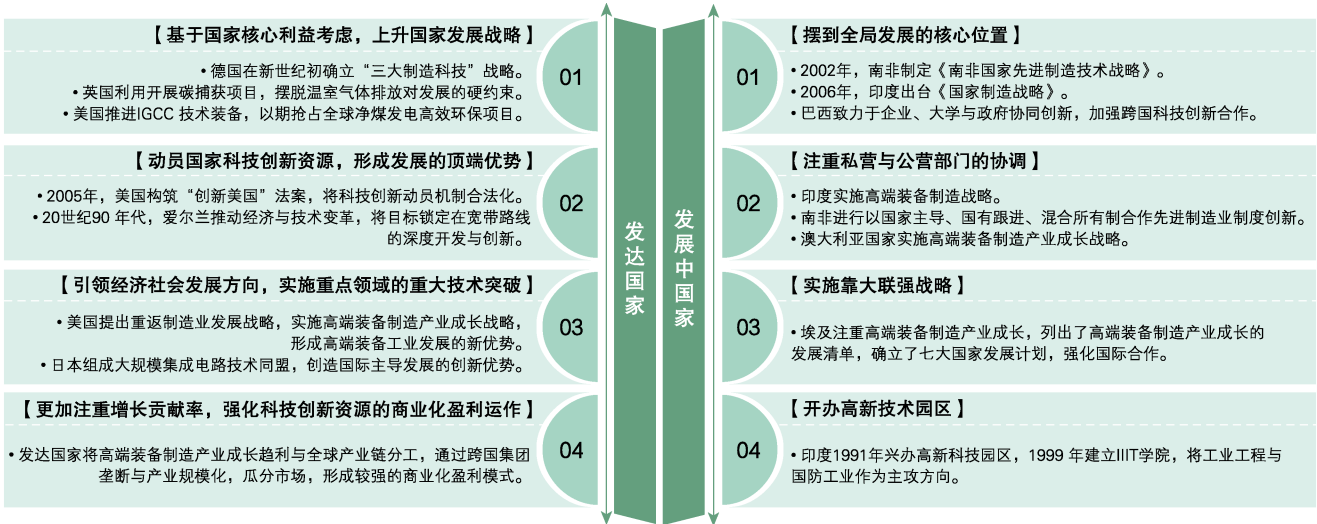


图 7 发达国家和发展中国家现行路径和策略
Fig.7 Current paths and strategies for developed and developing countries

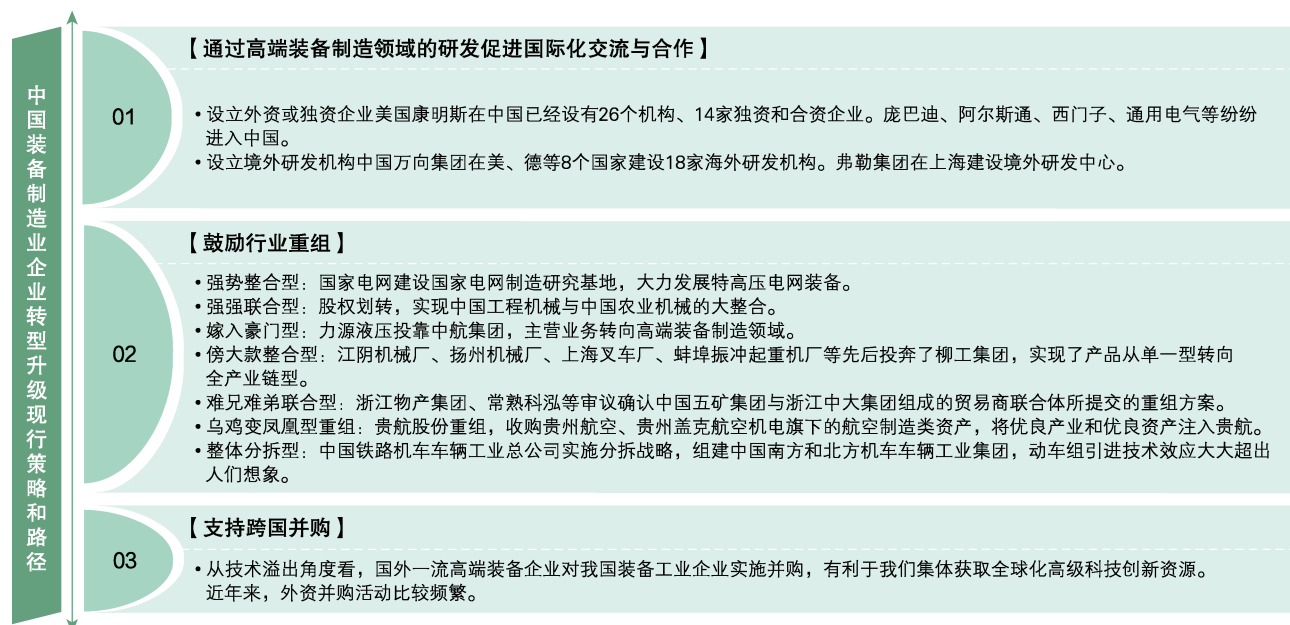


图 8 中国装备制造业企业转型升级现行策略和路径

Fig.8 China's equipment manufacturing enterprises transformation of the current strategy and path

“中国制造 2025”提出以“一条主线”“八项战略决策”“九个重点任务”为立足点，实现我国高端装备制造业转型升级的“四大转变”^[23]；“工业 4.0”是德国为提高自身工业竞争优势而提出的国家层面的战略部署，目的在于使国家在智能化信息技术的促进下，实现产业变革，力争在工业革命的新轮盘中先发制人，这一战略在智能信息时代引发了全球领域内的、全方位的工业转型较量^[24]，各国相继提出了相应的智能制造发展战略规划；习近平总书记提出“供给侧结构性改革”^[25]，在战略规划层面上提出从供给角度优化产品质量进而使其适应市场经济^[26]，目的在于利用改革推动产业结构升级，强化供给结构应对需求变化的恰切性和机动性，提升全要素生产率 TFP 的增长速度，促使供给体系与需求结构更快、更好地融合^[27]。李晓琳^[28]指出政府在装备制造领域转型升级的过程中具有重要的力量支撑和政策引导的作用，通过不断地增强相关政策的基础性和普惠性，改善外部环境，创造激发企业生机和整体提高产业发展水平的关键性条件。通过调研得到中国装备制造业企业转型升级现行策略和路径见图 8。

由此可见，装备制造业的发展水平代表了某个国家或地区的先进生产力和核心竞争力，成为国防建设和国民经济的基础，是工业化的首要载体^[29]。“中国制造 2025”的战略选择和行动纲领积极对接“德国工业 4.0”，促进装备制造业向智能化、绿色化、服务化方向发展转型，提升国际化发展水平；全面深化装备制造业供给侧结构性改革是针对装备制造业产能严重过剩、有效需求不足、资源配置效率低下和扭曲现象等问题提出的最佳良方。国家针对国际环境的变化，已经做出了装备制造业转型升级的顶层设计，对

具体问题的深入研究成为了重点。

2) 企业维度。陈晓华等人^[30]认为企业的转型升级首先要有明确的转型方向和目标，时刻把握好转向的方向标，以适应瞬息万变的市场、探索并打造新的国民经济增长点和拥有长期的竞争优势为目的，从战略转型、体制机制、结构调整、治理体系等层面快速匹配整改，加大力度全方位升级业务、技术、管理、装备和模式。吕铁和刘丹^[31]认为注重创新成果产业化、建立区域产业协作机制和完善制造业体系顶层设计是制造业高质量发展的重要手段。高煜^[32]提出人工智能成为未来装备制造业高质量发展的重要手段之一。朱森第^[33]认为在全球新一代科技革命和产业变革进程中，数字化转型是提升制造业竞争力的重要路径。孟凡生等人^[34]发现影响高端装备制造企业转型发展的主要数字化因素包括数据采集分析与应用、生产制造流程数字化和运营管理方式平台化，3 种因素不断地动态演化推动着装备制造业智能化转型的演进。卢秉恒^[35]认为装备制造业的未来必然为智能制造，即设备、车间、企业 3 个层面的大数据交融与共享。段韶波^[36]提出全球制造业变革的重要手段和方向是智能制造，智能制造的发展展示出社会和经济可持续发展的美好愿景，然而智能制造同时面临着技术挑战、系统安全、数据权属与法律监管问题的法律挑战。随着信息技术与制造技术不断地融合，企业转型升级完成了数据从存储、分析到融合的进化过程，构建出了装备制造业生产信息化和数字化的整体框架^[37]。吕铁^[38]从软硬融合的立场出发，指出智能制造的系统本质——“虚拟网络+实体物理”，呈现模块化、开源化和个性化的发展趋势。

由此可见，企业维度的装备制造领域转型升级的

发展战略方向着眼于高端装备制造、产业集群空间组织以及装备战略性制造,通过增加科技金融给我国制造业集群注入创新活力与产业凝聚力,通过创建新生产方式的扩散条件,加速原有产业组织的改变,并加强产业集群之间的联系,形成由点及面的集群网络演化。

3) 产品维度。在产品维度的研究中,学者们的研究重点聚焦于宏观的设计方法研究和微观的产品创新设计研究。宏观的设计方法研究以工业设计的理论方法为出发点,探讨装备制造类产品的针对性设计方法;微观的产品创新设计研究则是从装备制造类产品的某个或某些功能要素或造型要素展开。洪银兴^[39]认为装备制造类产品的自主创新要注重知识创新和技术创新的协同,实现关键、核心技术拥有自主知识产权。郑刚强等人^[40]以整合、移植和还原 3 个创新角度展开设计研究,提出了高端装备创新设计的原理。翁超等人^[41]借用情境驱动的方法手段,以工程装备车辆为研究对象,创建情境模型,从设计构思、管理与决策 3 个层次的情境分析结果中提炼和总结出 12 条具有高度指向性的设计策略。李伟湛等人^[42]利用模块化的功能分解方法对装备类产品进行功能区分及布列规划,为大型复杂产品提供创意设计参考。曹琳剑等人^[43]以绿色设计理念为指导,结合现有的指标体系构建方法和综合评价方法,进行机械类产品创新设计的绿色性研究,构建以产品全生命周期为基础的机械类产品绿色性评价指标体系。李中凯等人^[44]将研究焦点锁定在产品族可重构设计,重点展开研究理论模型的构建方法,在方法的指导下成功生成目标理论模型。通过设计几何学的植入丰富创新了工程机械形态设计的方法与体系,在一定程度上可以强化产品的视觉稳定性与可识别性。笔者^[45]从模块化设计的角度出发,提出了在空间限制下基于产品模块功能分解的工程设备布局的设计标准,从形、色、质 3 个基本要素的角度提出提升装备类产品造型的审美性功能和认知性功能的具体方法^[46]。皮正阳等人^[47]提出色彩心理学对工程设备外观与功能有双重提升且满足用户对于情感和功能的双重需求。张辰^[48]将价值工程应用于装备设计有利于从成本的角度提高装备机械类产品的性能、质量和功能。王贞等人^[49]应用“技术体系”问题分层方法,提取了三一品牌产品造型特征,融合艺术、语义和技术元素的造型属性,完成了具有独特品牌风格的造型设计。柳卫^[50]通过研究感性工学的相关理论与方法,提出了在感性工学驱动下工程机械类产品研发定位和设计评价的研究方法。

由此可见,在装备制造领域转型升级的产品维度中,工业设计成为创新的力量源泉。工业设计的相关理论和方法可以帮助企业更好地进行技术创新,更好地实现多方面协同创新。具体的价值如下:技术创新可优化装备的功能特征,外观造型优化可凸显装备品质感,涂装设计创新可增强装备的视觉魅力,交互设

计优化可提升装备的操作性,文化内涵注入可提升装备的文化品位,谱系 DNA 塑造可提升装备的品牌价值。

3 装备制造领域的中国式转型升级

3.1 战略架构

通过对装备制造领域转型升级的研究焦点进行可视化分析输出了影响装备制造领域转型升级的国家维度、企业维度和产品维度的三维焦点,以三维焦点为基准提出政策驱动、需求驱动和设计驱动三维动力因素,在动力因素的驱动下总结了不同焦点维度下的具体战略手段,进而提出了 3 种转型模式,即产业结构转型、企业理念转型和技术模式转型,同时以顶层设计、因企制宜和协同创新为行动原则,最终提出智能信息时代背景下装备制造领域中国式转型升级的战略架构,见图 9。

3.2 驱动因素

1) 政策驱动。结合对发达国家和发展中国家装备制造企业的转型路径与策略的研究,国家及地方战略驱动机制可以具化为以下 5 点:其一,地位保障,始终把发展高端装备制造业置于国家安全的核心保障地位;其二,机制融合,以产业成长机制为核心,有机融合市场机制、政策干预、社会组织自律行为,打造融合型的机制体系;其三,协同创新,在全球化和国际化的背景下,有力地运用科技创新资源,贯彻实施协同创新战略;其四,发展优势资源,以国际分工深化规则为前提,带动具有国家竞争力的发展资料与能源;其五,打造顶端优势,以国家级团队为创新源泉,加大科研力量投入,打造高科技技术要素的主导优势。具体的驱动手段具化为以下 4 点:其一,重点支持新兴技术研发和综合应用,构建智能制造体系,发展高端智能产品;其二,引导社会热点问题的聚焦,在提高全要素生产率的同时不断地调整产业结构和优化升级目标;其三,促进产业体系的高质量提升,摆脱数量扩张的现状,以突出生产要素的叠加效应为手段,降低产业的经济成本负担,进而推动企业的融通发展^[51];其四,从政策角度主持服务型共享体系及平台搭建,在实现资源利用最大化的同时促进企业服务化转型和信息化水平的提升。

2) 需求驱动。需求驱动是基于企业维度提出的动力因素。中国装备制造业打破了“低端锁定”的禁锢,实现了对全球高端价值链升级的驱动因素从内外不同的角度进行探究,企业维度的技术创新和设计研发是内在驱动,产业需求的升级和市场需求的扩大是外在驱动。需求升级是装备制造领域转型升级战略的精髓。装备制造企业应以市场需求为基础,以客户需求为方向标细分市场,展开技术、设计、管理模式和营销策略等多维度的创新策略研究,进



图 9 装备制造领域中国式转型升级的战略架构

Fig.9 Strategic framework of Chinese-style transformation and upgrading in the field of equipment manufacturing

而研发可以降低生产和使用成本的新技术与新产品,提高企业的核心竞争力,积极迎战目前主流市场中的领军企业,以期通过缔造新的市场格局改变现有的市场结构,实现装备制造领域产业转型升级^[52]。具体表现为:第一,转变中心,以客户需求和体验为中心取代以生产和销售为中心;第二,转变方向,创新能力提升取缔市场供需博弈;第三,转变模式,协同化生产模式代替全覆盖生产^[53];第四,转变方式,政—产—学—研合作替代闭门造车。

3) 设计驱动。产品维度的转型升级以设计为驱动,刘永红等人^[16]提出工业设计是实现我国制造业转型升级的重要手段,具体路径表现为工业设计可以推动产品、技术、产业结构和功能等多方位的企业升级。设计驱动机制具体表现为设计驱动客户化

定制、服务型制造、众包设计和协同制造实现制造模式创新,设计驱动智能设计和智能工艺的发展、智能装备和智能软件的研发与智能车间和智能工厂的创建实现制造过程创新,运用合理的设计方法可以精准地进行目标用户认知需求与产品技术特性之间的转换,在提高认知需求满意度的同时精准匹配功能技术特性,进而明晰产品创新设计研发的方向^[54],通过设计力量的植入驱动产品研发创新,具体表现为设计驱动生成和谐统一、形态饱满、经久不衰的造型形态,增强产品的视觉稳定性与辨识性,提升装备制造类产品的智能化水平,打造定制化设计机制,增强用户体验性^[55]。

3.3 策略路径

在本文所提出的战略架构基础之上,结合智能信

息时代的时代背景,通过三维焦点和驱动因素的融合分析,提出装备制造领域中国式转型升级的具体策略路径。

1)“互联网+”与装备制造领域服务化融合。在不断发生深刻变革的国际环境影响下,服务化成为提升中国装备制造业在全球价值链的嵌入程度、提高出口产品技术复杂度和质量的重要手段,通过产品升级带动企业升级,成为装备制造业转型升级的创新策略路径。“互联网+”本质是传统产业经过互联网改造后的在线化和数据化,其带来的信息处理能力为装备制造业服务化转型提供了技术支持,转变产业内部组织和外部营销方式是“互联网+”促进装备制造业服务化转型的两大途径^[56]。“互联网+”与装备制造领域服务化融合策略的优势体现如下:一方面,互联网催生产业生产服务性业务,提升产业的生产效率,降低企业的业务成本,提高产品的附加价值;另一方面,“互联网+”为装备制造业的转型升级创造新的路径模式,以商业模式和服务模式为代表。

2)数据驱动的互联互通智能制造模式。新经济增长理论指出,经济增长的内生动力是创新,创新的力量源泉是新兴技术,新兴技术成为企业转型升级的核心驱动要素,可以驱动企业经营创新和产品设计创新。互联互通智能制造模式是基于新兴技术指导下的装备制造业生产的创新模式^[57]。新一轮科技革命催生了新一代的信息技术,不断加深的产业变革促进了装备制造业创新发展,二者正在不断地进行深度融合,通过智能化、数字化和网络化建设,稳步构建数据驱动的互联互通智能制造模式,提升企业生产线能力和产业链的协同能力。我国应抓住新技术革命的发展机遇,以智能制造为主要手段和重要驱动力量,构建数据驱动的互联互通智能制造模式,促进制造强国建设,实现装备制造领域高质量发展^[58]。

3)“双碳”战略下布局企业绿色转型。装备制造领域转型升级面临着资源约束和环境规制带来的双重压力,“双碳”战略为其带来新的机遇。“双碳”战略着眼于工业全要素生产率的提高、生产方式的优化、节能减排改造的深入和商业模式的创新,追求结构调整、优化和升级的综合目标。在“双碳”战略下布局企业绿色转型可以从根本上解决资源约束和环境规制的影响,打造绿色环保型产业,推动企业摆脱最初以投资建设为核心的末端污染治理方式,主动转型为高质量、严标准的绩效考核方式。企业通过大力发展数字技术和数字业务,加快制定绿色转型发展新战略,实现商业模式生态化转型和商业生态数字化转型,以体制与技术创新形成低碳、低成本发展模式及绿色低碳投融资合作模式。

4)工业设计驱动产品深度升级。赵元绍等人^[59]提出工业设计是辅助装备制造产品提升整体品质的具体途径。赵可恒^[60]提出工业设计导入装备制造业产

业升级的基本路径包括观念导入、造型设计、人机关系改良、品牌创建与管理和文化引导5个层面。工业设计驱动产品深度升级具体表现为:一方面,工业设计是加强装备制造领域自主设计研发水平、提升科研成果转化效率,实现信息化、智能化和工业化联动发展的有效手段^[61];另一方面,通过工业设计的思维方法建立针对装备制造类产品的人机改良创新机制、造型设计创新手法和通用造型规则,进而提升产品的品质,实现产品的深度升级。

4 结语

随着新一代信息技术的不断发展,人类社会进入智能信息化时代,与之而来的是我国装备制造领域转型升级的重要机遇期。本文对智能信息时代下装备制造领域的中国式转型升级进行综述分析,通过对相关研究成果的分析和介绍,总结了装备制造领域的发展历程、新时代内涵和发展趋势,同时对装备制造领域转型升级的研究焦点进行了分析综述,提出三维焦点的概念,以现有研究为基础对三维焦点进行细致阐述,进而提出装备制造领域的中国式转型升级战略架构、驱动因素和策略路径,以期对我国装备制造领域转型升级提供理论战略支持。综合而谈,目前我国装备制造领域的发展仍面临着巨大挑战,如何实现“中国制造”向“中国智造”的转变,需要更加深入地探索政策植入角度、产业转型途径、技术创新方式和产品研发方法。

参考文献:

- [1] 胡洁,戚进. 创新设计方法之融合创新[J]. 机械设计, 2019, 36(11): 1-5.
HU Jie, QI Jin. Innovative Design Method Based on Fused-innovation[J]. Journal of Machine Design, 2019, 36(11): 1-5.
- [2] 王晓红. 推动创新设计迈向制造强国[J]. 全球化, 2017(5): 15-35.
WANG Xiao-hong. Promote Innovative Design to Become A Manufacturing Powerhouse[J]. Globalization, 2017(5): 15-35.
- [3] 路甬祥. 设计的进化与价值[J]. 中国工程科学, 2017, 19(3): 1-5.
LU Yong-xiang. Evolution and Value of Design[J]. Engineering Sciences, 2017, 19(3): 1-5.
- [4] 李强. 中国装备制造企业高质量发展研究[D]. 长春: 吉林大学, 2020.
LI Qiang. Research on the High-Quality Development of Equipment Manufacturing Enterprises in China[D]. Changchun: Jilin University, 2020.
- [5] 卞其士. 西德工业界看我国的机械工业[J]. 上海机械, 1980(11): 41.

- BIAN Qi-shi. West German Industry Look at Our Machinery Industry[J]. Shanghai Machinery, 1980(11): 41.
- [6] 国务院. 国务院关于加强振兴装备制造业的若干意见(摘要)[EB/OL]. (2006-02-13)[2021-04-10]. http://www.gov.cn/gongbao/content/2006/content_352166.htm. State Council. Several Opinions of The State Council on Accelerating the Development of Equipment Manufacturing Industry (Abstract)[EB/OL]. (2006-02-13)[2021-04-10]. http://www.gov.cn/gongbao/content/2006/content_352166.htm.
- [7] 国务院. 装备制造业调整和振兴规划[EB/OL]. (2009-05-12)[2021-04-10]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2009-05/12/content_8108.htm. State Council. Equipment Manufacturing Industry Readjustment and Revitalization Plan[EB/OL]. (2009-05-12)[2021-04-10]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2009-05/12/content_8108.htm.
- [8] 李士梅, 李强. 中国装备制造业全要素生产率测算及提升路径[J]. 哈尔滨商业大学学报(社会科学版), 2019(2): 54-61. LI Shi-mei, LI Qiang. China's Equipment Manufacturing Industry Total Factor Productivity Measurement and Improvement Path Equipment Manufacturing Industry Adjustment and Revitalization Plan[J]. Journal of Haerbin University of Commerce, 2019(2): 54-61.
- [9] 刘华彬. 工艺美术运动中装饰纹样在现代设计中的应用研究[D]. 天津: 天津工业大学, 2018. LIU Hua-bin. Research on the Application of Decorative Patterns in the Arts and Crafts Movement in Modern Design[D]. Tianjin: Tiangong University, 2018.
- [10] 新华社. 中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议[EB/OL]. (2020-11-03)[2021-04-10]. http://www.gov.cn/zhengce/2020-11/03/content_5556991.htm. Xinhua. Proposal of the CENTRAL Committee of the Communist Party of China on Formulating the 14th Five-Year Plan for National Economic and Social Development and the Long-term Goals for 2035[EB/OL]. (2020-10-29)[2021-04-10]. http://www.gov.cn/zhengce/2020-11/03/content_5556991.htm.
- [11] 陈耀. GB/T 36972-2018《电动自行车用锂离子蓄电池》解析[J]. 电池, 2019, 49(6): 517-519. CHEN Yao. Analysis of GB/T36972-2018 Lithium-ion Battery for Electric Bicycle[J]. Battery Bimonthly, 2019, 49(6): 517-519.
- [12] 徐东华. 新形势下我国装备制造业竞争格局[J]. 经济, 2021(6): 10. XU Dong-hua. Competition Pattern of Equipment Manufacturing Industry in China under the New Situation[J]. Economic, 2021(6): 10.
- [13] 谭久彬. 超精密测量与高端装备制造质量[J]. 中国工业和信息化, 2020(6): 18-23. TAN Jiu-bin. Ultra Precision Measurement and High-end Equipment Manufacturing Quality[J]. China Industry & Information Technology, 2020(6): 18-23.
- [14] 张洋铭. 转型升级背景下高端装备制造业发展现状探究[J]. 中国市场, 2021(3): 62-63. ZHANG Yang-ming. Research on the Development Status of High-end Equipment Manufacturing Industry under the Background of Transformation and Upgrading[J]. China Market, 2021(3): 62-63.
- [15] Humphrey J, Schmitz H. Governance and Upgrading: Linking Industrial Cluster and Global Value Chain Research[M]. Brighton: Institute of Development Studies, 2000.
- [16] 刘永红, 刘倩. 工业 4.0 视角下工业设计对制造业转型升级的作用[J]. 包装工程, 2018, 39(8): 113-116. LIU Yong-hong, LIU Qian. Effect of Industrial Design on Manufacturing Transformation and Upgrading in Industrial 4.0[J]. Packaging Engineering, 2018, 39(8): 113-116.
- [17] 田玲, 张谨川, 张晋豪, 等. 知识图谱综述——表示、构建、推理与知识超图理论[J]. 计算机应用, 2021, 41(8): 2161-2186. TIAN Ling, ZHANG Jin-chuan, ZHANG Jin-hao, et al. Knowledge Graph Surve: Representation, Construction, Reasoning and Knowledge Hypergraph Theory[J]. Journal of Computer Applications, 2021, 41(8): 2161-2186.
- [18] 刘进, 符正平, 方轮. 制造业转型升级研究的知识图谱分析: 热点、演化和前沿[J]. 科技管理研究, 2020, 40(5): 121-129. LIU Jin, FU Zheng-ping, FANG Lun. Knowledge Mapping Analysis of Manufacturing Transformation and Upgrading Research: Hotspots Evolution and Frontiers[J]. Science and Technology Management Research, 2020, 40(5): 121-129.
- [19] 刘婧. 文献作者分布规律研究——对近十五年来国内洛特卡定律、普赖斯定律研究成果综述[J]. 情报科学, 2004(1): 123-128. LIU Jing. A Study on the Distribution of Authors in Literature: A Summary of the Research Results of Lotka's Law and Price's Law in China in Recent 15 years[J]. Information Science, 2004(1): 123-128.
- [20] 孙玮. 生产性服务业与制造业融合发展的研究热点、前沿、趋势分析——基于知识图谱视角[J]. 产业经济评论, 2021(3): 103-113. SUN Wei. Research Hotspot, Frontier and Trend Analysis of the Integrated Development of Producer Services and Manufacturing: Based on the Perspective of Knowledge Graph[J]. Review of Industrial Economics, 2021(3): 103-113.
- [21] 李坤, 于渤, 李清均. “躯干国家”制造向“头脑国家”制造转型的路径选择——基于高端装备制造产业成长路径选择的视角[J]. 管理世界, 2014(7): 1-11. LI Kun, YU Bo, LI Qing-jun. Path Selection of Transition from “Body Country” Manufacturing to “Mind Country” Manufacturing: Based on the Perspective of Growth Path Selection of High-end Equipment Manu-

- facturing Industry[J]. Management World, 2014(7): 1-11.
- [22] 施春来. 基于高质量发展的中国先进制造业供给机制研究[J]. 上海市经济管理干部学院学报, 2018, 16(6): 1-9.
- SHI Chun-lai. Research on Supply Mechanism of Advanced Manufacturing Industry in China Based on High Quality Development[J]. Journal of Shanghai Economic Management College, 2018, 16(6): 1-9.
- [23] 金华斌. 基于“中国制造 2025”的我国高端装备制造业转型升级路径展望[J]. 现代商业, 2016(4): 41-42.
- JIN Hua-bin. Outlook on the Transformation and Upgrading Path of China's High-end Equipment Manufacturing Industry Based on "Made in China 2025"[J]. Modern Business, 2016(4): 41-42.
- [24] 叶秀敏. 基于“工业 4.0”的智慧企业特征分析[J]. 北京工业大学学报(社会科学版), 2015, 15(1): 15-20.
- YE Xiu-min. Intelligent Enterprise Characteristics Analysis Based on "Industry 4.0"[J]. Journal of Beijing University of Technology(Social Sciences Edition), 2015, 15(1): 15-20.
- [25] CHEN C. CiteSpace II: Detecting and Visualizing Emerging Trends and Transient Patterns in Scientific Literature[J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2006, 57(3): 359-377.
- [26] 张悦, 李姝, 林芳. 供给侧结构改革下辽宁装备制造业转型升级路径研究[J]. 经济师, 2017(6): 63-65.
- ZHANG Yue, LI Shu, LIN Fang. Research on Transformation and Upgrading Path of Liaoning Equipment Manufacturing Industry under Supply-side Structural Reform[J]. Economist, 2017(6): 63-65.
- [27] 彭勇. 供给侧改革视角下工业企业精细化生产管理探析[J]. 中小企业管理与科技, 2020(10): 3-4.
- PENG Yong. Analysis of Refined Production Management of Industrial Enterprises from the Perspective of Supply Side Reform[J]. Sme Management and Technology, 2020(10): 3-4.
- [28] 李晓琳. 提升我国装备制造业在全球价值链中的地位[J]. 宏观经济管理, 2018(12): 26-33.
- LI Xiao-lin. Enhance the Position of China's Equipment Manufacturing Industry in the Global Value Chain[J]. Macroeconomic Management, 2018(12): 26-33.
- [29] 张志元. 供给侧改革背景下提高我国先进装备制造业竞争力研究[J]. 当代经济管理, 2016, 38(12): 52-56.
- ZHAN Zhi-yuan. Research on Improving the Competitiveness of China's Advanced Equipment Manufacturing Industry under the Background of Supply-side Reform[J]. Contemporary Economic Management, 2016, 38(12): 52-56.
- [30] 陈晓华, 张俊, 戴启昌, 等. 转型升级: 企业高质量发展的必由之路——基于葛洲坝集团的实践[J]. 国际经济合作, 2018(6): 45-48.
- CHEN Xiao-hua, ZHANG Jun, DAI Qi-chang, et al. Transformation and Upgrading: the Only Way for High-quality Development of Enterprises-Based on the Practice of Gezhouba Group[J]. Journal of International Economic Cooperation, 2018(6): 45-48.
- [31] 吕铁, 刘丹. 我国制造业高质量发展的基本思路与举措[J]. 农村农业农民(B 版), 2019(5): 29-31.
- LYU Tie, LIU Dan. Basic Ideas and Measures of High Quality Development of China's Manufacturing Industry[J]. Countryside, Agriculture, Farmer (B edition), 2019(5): 29-31.
- [32] 高煜. 我国经济高质量发展中人工智能与制造业深度融合的智能化模式选择[J]. 西北大学学报(哲学社会科学版), 2019, 49(5): 28-35.
- GAO Yu. Intelligent Mode Selection of Deep Integration of Artificial Intelligence and Manufacturing Industry in China's High-quality Economic Development[J]. Journal of Northwest University(Philosophy and Social Sciences Edition), 2019, 49(5): 28-35.
- [33] 朱森第. 数字化转型制造业高质量发展重要路径[J]. 先锋, 2021(5): 24-27.
- ZHU Sen-di. Digital Transformation is An Important Path for High-quality Development of Manufacturing Industry[J]. Pioneer, 2021(5): 24-27.
- [34] 孟凡生, 徐野, 赵刚. 高端装备制造企业向智能制造转型过程研究——基于数字化赋能视角[J]. 科学决策, 2019(11): 1-24.
- MENG Fan-sheng, XU Ye, ZHAO Gang. Research on the Transformation Process of High-end Equipment Manufacturing Enterprises to Intelligent Manufacturing-Based on the Perspective of Digital Empowerment[J]. Scientific Decision Making, 2019(11): 1-24.
- [35] 卢秉恒. 中国精密机床行业仍需“爬坡过坎”[J]. 高科技与产业化, 2019(12): 18-20.
- LU Bing-heng. China's Precision Machine Tool Industry Still Needs to "Climb the Hill"[J]. High-Technology & Industrialization, 2019(12): 18-20.
- [36] 段韶波. 智能制造关键领域及其热点研究[D]. 天津: 天津大学, 2017.
- DUAN Shao-bo. Research on Key Fields and Hot Spots of Intelligent Manufacturing[D]. Tianjin: Tianjin University, 2017.
- [37] 吕铁, 韩娜. 智能制造: 全球趋势与中国战略[J]. 人民论坛学术前沿, 2015(11): 6-17.
- LYU Tie, HAN Na. Intelligent Manufacturing: Global Trend and Chinese Strategy[J]. Frontiers, 2015(11): 6-17.
- [38] Carla Gonçalves Machado, Mats Winroth, Peter Almström, et al. Digital Organisational Readiness: Experiences from Manufacturing Companies[J]. Journal of Manufacturing Technology Management, 2021, 32(9): 10.
- [39] 洪银兴. 论创新驱动经济发展战略[J]. 经济学家, 2013(1): 5-11.
- HONG Yin-xing. On the Strategy of Innovation-driven Economic Development[J]. Economist, 2013(1): 5-11.
- [40] 郑刚强, 白铭玉, 饶飞云. 工业设计视角下的高端装备创新设计原理与方法探析[J]. 包装工程, 2020, 41(12):

- 87-92.
ZHENG Gang-qiang, BAI Ming-yu, RAO Fei-yun. Analysis on the Principle and Method of High-end Equipment Innovation Design from the Perspective of Industrial Design[J]. Packaging Engineering, 2020, 41(12): 87-92.
- [41] 翁超. 情境驱动下装备类车辆产品设计策略研究[D]. 无锡: 江南大学, 2020.
WENG Chao. Research on Product Design Strategy of Equipment Vehicle Under Situation Driving[D]. Wuxi: Jiangnan University, 2020.
- [42] 李伟湛, 杨先英. 基于模块化功能分解的大型复杂构造产品造型设计方法[J]. 包装工程, 2019, 40(16): 134-139.
LI Wei-zhan, YANG Xian-ying. Modeling Design Method of Large Complex Structure Products Based on Modular Function Decomposition[J]. Packaging Engineering, 2019, 40(16): 134-139.
- [43] 曹琳剑, 刘炳胜, 陈超, 等. 基于全生命周期的机械设计绿色性整体评价研究[J]. 科技管理研究, 2009, 29(4): 61-63.
CAO Lin-jian, LIU Bing-sheng, CHEN Chao, et al. Research on Green Overall Evaluation of Mechanical Design Based on Whole Life Cycle[J]. Science and Technology Management Research, 2009, 29(4): 61-63.
- [44] 李中凯. 产品族可重构设计理论与方法及其在大型空分装备中的应用研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2009.
LI Zhong-kai. Reconfigurable Design Theory and Method of Product Family and Its Application in Large-scale Air Separation Equipment[D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2009.
- [45] 陈国强, 唐子琛, 申正义, 等. 空间限制下可移动电力检测设备模块化设计[J]. 机械设计, 2020, 37(12): 139-144.
CHEN Guo-qiang, TANG Zi-chen, SHEN Zheng-yi, et al. Modular Design of Mobile Power Detection Equipment under Space Limitation[J]. Journal of Machine Design, 2020, 37(12): 139-144.
- [46] 陈国强. 面向工程机械的产品造型设计方法研究[J]. 装饰, 2013(5): 108-109.
CHEN Guo-qiang. Research on Product Modeling Design Method for Construction Machinery[J]. Zhuangshi, 2013(5): 108-109.
- [47] 皮正阳, 刘晓颖. 基于色彩心理学的工程叉车涂装设计方法探究[J]. 设计, 2019, 32(1): 135-137.
PI Zheng-yang, LIU Xiao-ying. Research on Painting Design Method of Engineering Forklift Truck Based on Color Psychology[J]. Design, 2019, 32(1): 135-137.
- [48] 张辰. 基于价值工程的工程机械产品设计方法研究[D]. 秦皇岛: 燕山大学, 2014.
ZHANG Chen. Research on Design Methods of Construction Machinery Products Based on Value Engineering[D]. Qinhuangdao: Yanshan University, 2014.
- [49] 王贞, 赵江洪. 论工程机械品牌的造型特征创新[J]. 装饰, 2013(12): 98-99.
WANG Zhen, ZHAO Jang-hong. On the Innovation of Modeling Features of Construction Machinery Brands[J]. Zhuangshi, 2013(12): 98-99.
- [50] 柳卫. 基于感性工学的工程机械设计评价及定位研究[D]. 济南: 山东大学, 2011.
LIU Wei. Research on Evaluation and Positioning of Construction Machinery Design Based on Kansei Engineering[D]. Jinan: Shandong University, 2011.
- [51] 薛纯, 杨瑾. 信息化驱动装备制造业转型升级机理研究[J]. 西安财经学院学报, 2019, 32(5): 120-127.
XUE Chun, YANG Jin. Research on the Transformation and Upgrading Mechanism of the Equipment Manufacturing Industry Driven by Informatization[J]. Journal of Xi'an University of Finance and Economics, 2019, 32(5): 120-127.
- [52] 杨瑾, 解若琳. 颠覆式创新驱动装备制造业转型升级的关键影响因素及路径[J]. 中国科技论坛, 2020(11): 74-82.
YANG Jin, XIE Ruo-lin. The Key Influencing Factors and Paths of Disruptive Innovation Driving the Transformation and Upgrading of Equipment Manufacturing Industry[J]. Forum on Science and Technology in China, 2020(11): 74-82.
- [53] 王涛, 翟永正, 吕海洋, 等. 把握制造业转型升级关键——智能制造落地之道[J]. 智能制造, 2021(1): 28-37.
WANG Tao, ZHAI Yong-zheng, LYU Hai-yang, et al. Grasp the Key to the Transformation and Upgrading of the Manufacturing Industry-the Way of Intelligent Manufacturing[J]. IM(Intelligent Manufacturing), 2021(1): 28-37.
- [54] 冯清华, 卢颖. 基于设计几何学的工程机械形态设计方法探究[J]. 包装工程, 2016, 37(20): 79-83.
FENG Qing-hua, LU Ying. Research on Morphological Design Method of Construction Machinery Based on Design Geometry[J]. Packaging Engineering, 2016, 37(20): 79-83.
- [55] 陈国强, 戴成, 申正义, 等. 基于 QFD 与 FBS 的可移动电力检测设备创新设计[J]. 包装工程, 2021, 42(2): 43-50.
CHEN Guo-qiang, DAI Cheng, SHEN Zheng-yi, et al. Innovative Design of Mobile Power Detection Equipment Based on QFD and FBS[J]. Packaging Engineering, 2021, 42(2): 43-50.
- [56] 童有好. 论“互联网+”对制造业的影响[J]. 现代经济探讨, 2015(9): 25-29.
TONG You-hao. On the Influence of “Internet+” on the Manufacturing Industry[J]. Modern Economic Research, 2015(9): 25-29.
- [57] 李树生, 张亮. 制造业低碳升级路径选择及基于 ANP 模型的升级效果评价研究[J]. 生态经济, 2013(3): 111-113.
LI Shu-sheng, ZHANG Liang. Research on the Choice of Manufacturing Low-carbon Upgrade Path and the Evaluation of Upgrade Effect Based on the ANP Model[J]. Ecological Economy, 2013(3): 111-113.

- [58] 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).
CCID Think Tank Industrial Policy and Regulation Research Institute. The Intelligent Manufacturing Policy System is Continuously Improved to Promote the Transformation and Upgrading of the Manufacturing Industry[N]. China Electronics News, 2020-09-11(004).
- [59] 赵元绍, 王赞, 刘国平, 等. 装备制造类产品工业设计品质提升研究[J]. 设计, 2016(9): 50-51.
ZHAO Yuan-shao, WANG Zan, LIU Guo-ping, et al. Research on the Improvement of Industrial Design Quality of Equipment Manufacturing Products[J]. Design, 2016(9): 50-51.
- [60] 赵可恒. 工业设计导入装备制造业产业升级的路径探析[J]. 现代装饰(理论), 2013(10): 9-11.
ZHAO Ke-heng. Analysis on the Path of Importing Industrial Design into Equipment Manufacturing Industry Upgrade[J]. Modern Decoration(Theory), 2013(10): 9-11.
- [61] 钞小静, 刘璐, 孙艺鸣. 中国装备制造业高质量发展的测度及发展路径[J]. 统计与信息论坛, 2021(6): 10.
CHAO Xiao-jing, LIU Lu, SUN Yi-ming. Measurement and Development Path of High-quality Development of China's Equipment Manufacturing Industry[J]. Journal of Statistics and Information, 2021(6): 10.

(上接第 21 页)

- [11] 余义勇, 杨忠. 团队领导跨界行为如何影响团队创造力? ——基于知识整合和团队氛围的整合视角[J]. 科学学与科学技术管理, 2020, 41(12): 129-144.
YU Yi-yong, YANG Zhong. How Does Team Leader's Boundary Spanning Behavior Affect Team Creativity? Based on the Integrated Perspective of Knowledge Integration and Team Climate[J]. Science of Science and Management of S.& T., 2020, 41(12): 129-144.
- [12] E M ROGERS, SIMON, SCHUSTER. Diffusion of Innovations[M]. India: 5th Edition, 2003.
- [13] M LI, A KANKANHALLI, S H KIM. Which Ideas are More Likely to be Implemented in Online User Innovation Communities? An Empirical Analysis[J]. Decision Support Systems, 2016, 84: 28-40.
- [14] Y WANG, J WANG, Y TANG. What Makes a Helpful Online Review? A Meta-analysis of Review Characteristics[J]. Electronic Commerce Research, 2019(1): 1-28.
- [15] J LEE, I B HONG. The Influence of Situational Constraints on Consumers' Evaluation and Use of Online Reviews: a Heuristic-Systematic Model Perspective[J]. Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research, 2021, 16(5): 1517-1536.