

美国拜登政府制造业发展战略措施及启示

史冬梅, 王 晶, 张景胤

(科学技术部高技术研究发展中心, 北京 100044)

摘 要: 受新冠疫情影响, 美国制造业发展呈现衰退趋势, 对其经济产生了一定消极影响。2021 年拜登就任美国总统后, 明确了制造业对于确保美国全球领先地位和国家安全的支撑作用, 通过一系列举措重振美国制造业。美国白宫在国家层面对先进制造业发展所制定的战略主要包括聚焦特定技术目标开发和实施先进制造技术, 促进先进制造业劳动力发展, 以及提升制造业供应链弹性。在此战略下, 美国国家标准与技术研究院制定最新跨行业制造技术路线图, 由多个政府部门、研究所、高校及制造业企业组成的制造业创新网络协同合作, 推动技术进步、促进先进制造业劳动力就业及构建先进制造业创新生态系统。美国制造业相关战略和政策对中国制造业发展具有一定的启示作用, 并据此提出相关建议。

关键词: 美国制造业; 先进制造; 制造业战略; 拜登政府

中图分类号: F124.3 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3772/j.issn.1009-8623.2023.05.003

美国拜登政府认为制造业是确保美国全球经济领先地位和国家安全的支撑行业, 它几乎在美国经济的每个部门都发挥重要作用。近年来, 美国制造业呈现衰退趋势, 其制造业增加值占国内生产总值 (GDP) 的比重持续下降, 制造业贸易逆差占 GDP 的比重在 2022 年 6 月升至 5.3%, 为 2008 年以来的最高水平^[1], 如图 1 所示。特别是新冠疫情暴露了美国制造业供应链的脆弱性, 导致关键矿物、药品和半导体等关键产品严重短缺^[2]。为了应对全球竞争, 拜登政府执政以来积极采取一系列措施, 通过技术创新提振美国制造业, 包括发布新版《国家先进制造业战略》(National Strategy for Advanced Manufacturing, 以下简称“NSAM 战略”)、制定跨行业制造技术路线图以及发挥美国制造业创新网络的作用等。拜登政府采取的措施对中国巩固自身制造业优势、部署制造业技术创新计划 and 建设

先进制造业生态具有借鉴意义。

1 美国发布新版《国家先进制造业战略》

作为制造大国, 美国在先进制造技术以及制造方法创新方面处于全球领先地位。然而, 美国制造业的颓势也延伸到了先进技术产品领域, 部分高科技制造业的生产量和就业率急剧下降。近年来, 作为美国传统强项的先进技术产品贸易持续逆差, 2022 年贸易逆差高达 1 970 亿美元^[3]。

2022 年 10 月 7 日, 在美国国家制造业日之际, 美国白宫发布的新一版 NSAM 战略指出, 制造业是美国经济实力和国家安全的引擎^[4], 为美国应对气候危机、创造更多工作机会以及持续发展本国经济提供了动力。NSAM 战略将为美国本土先进制造业的研发和生产等活动提供长期的指导, 推动创新实现新的制造方法以及开发新产品; 同

第一作者简介: 史冬梅 (1964—), 女, 博士, 研究员, 主要研究方向为科技管理。

收稿日期: 2023-03-15

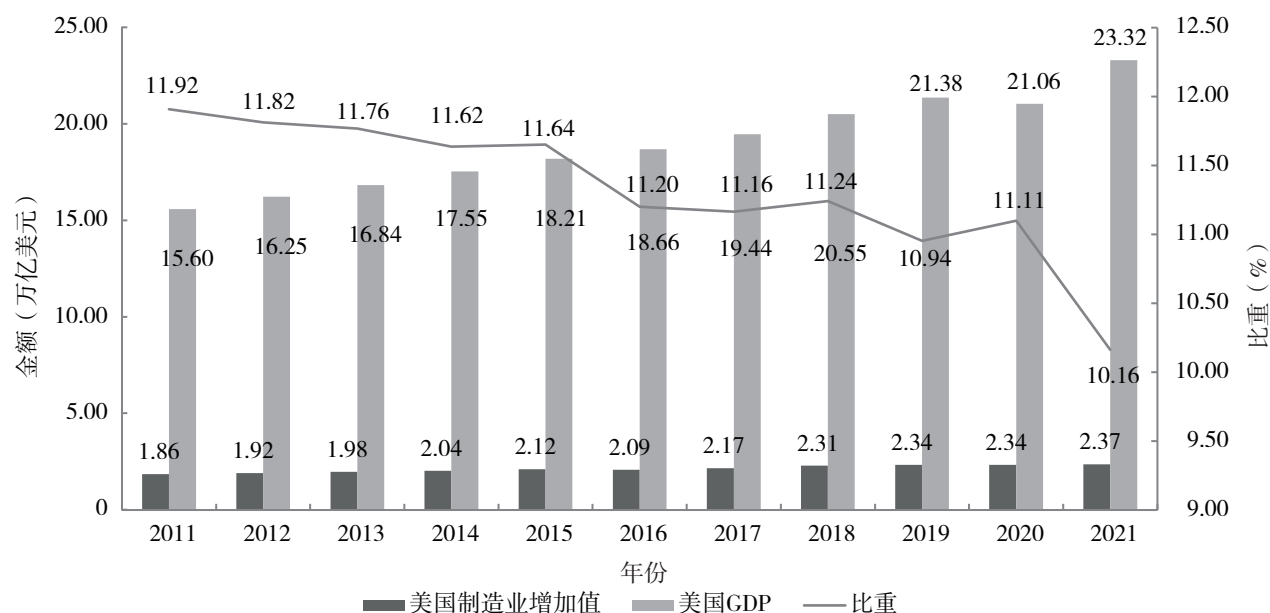


图1 2011—2021年美国制造业增加值占美国GDP的比重

时, NSAM 战略将加强美国政府部门之间的协调合作, 凝聚国家资源力量, 从而提高美国生产力、创造更多就业机会, 确保美国经济的持续增长。

NSAM 战略为美国保持在先进制造业的领导地位设定了愿景, 提出美国制造业将促进经济增长、创造就业机会、增强环境可持续性、应对气候变化、加强供应链、确保国家安全和改善医疗保健。为了实现该愿景, NSAM 战略设定了相互关联的三大目标: 开发和实施先进制造技术、促

进先进制造业劳动力发展和提升制造业供应链弹性。针对 3 个目标, NSAM 战略进一步确定在未来 4 年内将实现 11 项特定技术目标, 并提出了 37 项建议措施。根据 NSAM 战略, 美国政府部门协调合作, 为提升美国制造业竞争力 (包括先进制造业研发) 的联邦计划和活动提供长期指导, 如表 1 所示。

1.1 开发和实施先进制造技术

先进制造技术指制造业不断吸收电子信息、

表1 美国政府多部门协调合作以及各部门对 NSAM 战略目标的潜在贡献

三大目标	特定技术目标	美国政府部门										
		商务部	国防部	能源部	劳工部	交通部	教育部	环保局	卫生与公众服务部	航空航天局	美国国家卫生基金会	农业部
开发和实施先进制造技术	实现清洁和可持续制造以支持脱碳	√	√	√	×	√	×	√	√	×	√	√
	加快微电子和半导体制造创新	√	√	√	×	×	×	×	×	×	√	×
	实施先进制造技术支持生物经济	√	√	×	×	×	×	×	√	√	√	√
	开发创新材料和加工技术	√	√	√	×	√	×	√	√	√	√	√
	引领智能制造的未來	√	√	√	×	×	×	×	×	√	√	√

续表

三大目标	特定技术目标	美国政府部门										
		商务部	国防部	能源部	劳工部	交通部	教育部	环保局	卫生与公众服务部	航空航天局	美国国家卫生基金会	农业部
促进先进制造业劳动力发展	扩大先进制造业人才库并使其多样化	√	√	√	√	×	√	×	√	√	√	√
	发展、扩大和促进先进制造业教育和培训	√	√	√	√	√	√	×	√	√	√	√
	加强雇主和教育组织之间的联系	√	√	×	√	√	√	×	√	×	√	√
提升制造业供应链弹性	加强供应链互联	√	√	√	×	×	×	×	√	√	√	√
	加大力度降低制造业供应链脆弱性	√	√	√	×	√	×	√	√	√	√	√
	加强和振兴先进制造业生态系统	√	√	√	×	√	√	×	√	√	√	√

注：√表示参与；×表示未参与。

计算机、机械、材料等方面的新技术成果，并将其应用于制造业的产品研发设计和生产等过程，实现产品以及制造方法的创新^[5]。近年来，自动化、大数据、人工智能、机器学习、生物和新材料等技术的快速发展为先进制造业带来了新的机遇。同时，为了应对来自经济脱碳、医疗健康和国家安全等方面的紧迫技术挑战，美国需要持续

发展先进制造业来占据产业链的顶端。对此，拜登政府针对特定技术目标，快速开发和实施新的制造技术，保持本土制造业在技术创新方面的绝对领先地位。NSAM 战略围绕本目标，设立了 5 个特定技术目标，并针对每个技术目标都确定了一套详细的技术建议（共 18 项建议），并期望在未来 4 年内取得成果（见表 2）。

表 2 开发和实施先进制造技术的特定技术目标及具体建议

特定技术目标	技术建议	具体措施
实现清洁和可持续制造以支持脱碳	制造工艺脱碳	工业过程电气化,使用低碳原料和能源,捕获和储存工业二氧化碳等
	清洁能源制造技术改进	改进清洁发电和储存的材料,开发先进导电材料实现更高效的电力转换和传输,制造具有高能量密度的先进电池
	可持续制造和回收	开发经济可行的制造技术将有价值的材料从废物流中分离,开发能源或污染密集型材料的替代品
加快微电子和半导体制造创新	半导体和电子纳米制造	对制造集成光子学、增材和直接印刷电子器件以及混合电子制造等进行投资,从而充分利用纳米制造
	半导体材料设计和制造	开发先进制造能力,创建和测试新的设备、材料和架构,为微电子器件和组件提供高效、可持续的运营
	半导体封装和异构设计	加强更高密度、产量和可靠性的先进封装技术,加强研发和原型设计,开发异构封装集成研发国家设施

续表

特定技术目标	技术建议	具体措施
实施先进制造技术支持生物经济	推进生物制造研究	开发基因组和蛋白质工程生产工具等，支持多组学和生物计量学在预测建模和生物处理分析工具方面的进步
	农业、森林和食品加工	支持高级基因组测序、生物信息学、功能表型预测建模、控制系统集成以及食品、饲料、燃料和纤维制造中的人机合作研究
	生物质加工和转化	开发方法和技术以转化利用美国可持续生产的 10 亿 t 生物质，推进生物基废物流的厌氧处理
	药物和保健产品开发	开发先进连续制造技术，集成人工智能辅助系统，通过生物制造技术创建特定患者医疗产品和基于生物的药物输送系统
开发创新材料和加工技术	高性能材料设计和加工	集成机器学习和高性能计算以加快高性能材料的测试和工艺验证
	增材制造	与机器学习和智能制造平台集成
	关键材料开发	开发替代材料以减少高需求技术中关键材料的使用，开发设计和制造方法提升关键部件和产品的重复利用率
	空间制造	开发微重力环境中的增材制造工艺，实现机器人技术与太空增材制造工艺的集成
引领智能制造的未来	数字化制造	在制造业中应用先进传感技术、控制技术和机器学习技术
	在制造业中推广人工智能	通过机器学习、数据访问、加密和风险评估等方面的研究推广人工智能在制造业的应用，开发软件工具和制定标准
	采用以人为中心的技术	实现安全高效的人机交互，扩大人与机器之间的协作范围
	实现制造业网络安全	制定标准、工具和试验台，并在智能制造系统中实施网络安全指南

1.2 促进先进制造业劳动力发展

尽管美国劳动力成本显著高于其他国家，但美国应用于制造业的先进技术，如 3D 打印、人工智能及大数据等，使美国制造业生产率保持较高水平，持续吸引外商投资并增加就业机会。NSAM 战略进一步明确，先进技术的变革将有望创造数百万个新的、可持续和高质量的美国就业机会。为了发展美国本土强大的先进制造业并提供高质量的工作岗位，美国必须促进制造业劳动力发展。针对“促

进先进制造业劳动力发展”的目标，NSAM 战略提出 3 个特定技术目标和 8 条建议（见表 3）。

1.3 提升制造业供应链弹性

美国制造业供应链是一个复杂的系统，它将供应链各节点联系在一起，包括原材料供应商、部件制造商、集成商、物流以及支持服务商等。NSAM 战略指出，供应链和生态系统的弹性是亟须改进的一个关键领域，通过支持中小型制造商提升其弹性。中小型制造商占美国制造业企业的

表 3 促进先进制造业劳动力发展的目标及具体建议

特定技术目标	建议
扩大先进制造业人才库并使其多样化	通过增加先进制造业活动提高人们对先进制造业职业的认识；提高先进制造业发展落后地区的参与度并增加对其的技术援助；解决先进制造业发展落后地区的社会 and 结构障碍并为其提供更多就业机会
发展、扩大和促进先进制造业教育和培训	将先进制造纳入科学、技术、工程和数学（STEM）教育；推动先进制造业职业和技术教育现代化（CTE）；扩展和传播新的学习技术和实践
加强雇主和教育组织之间的联系	拓展基于工作的学习和学徒制；推广行业认可的证书和认证

98%，约占美国制造业服务和产品的 50%，通过支持它们将提升美国制造业供应链弹性并加强生态系统的弹性。NSAM 战略确定了 3 个特定技术目标和 11 条建议（见表 4）。

表 4 建立制造业供应链及生态系统弹性的目标及具体建议

特定技术目标	建议
加强供应链互联	促进供应链内的公私合作 推进供应链数字化转型
加大力度降低制造业供应链脆弱性	沿供应链追踪信息和产品 提高供应链的可视性 改进供应链风险管理 刺激供应链敏捷性
加强和振兴先进制造业生态系统	促进新业务的形成和增长 支持中小型制造商 协助技术从实验室到市场的过渡 建立和加强区域制造网络 改善公私合作关系

2 美国国家标准与技术研究院支持制定跨行业制造技术路线图

美国商务部下属机构美国国家标准与技术研究院（NIST）是美国政府唯一专门致力于提高工业竞争力的研究实验室，聚焦于与先进制造相关的技术研究。此外，作为美国先进制造业国家计划办公室（AMNPO）的总部，NIST 与其他美国联邦机构联合，积极扩展美国制造业伙伴关系国家网络。

2022 年 4 月，NIST 发布了“先进制造技术路线图”（MFGTech）计划，旨在通过为有前途的先进制造集群制定技术路线图，以及建立新的或加强现有行业驱动联合体的竞争力，来应对美国先进制造业

优先发展挑战^[6]。MFGTech 计划面向 4 个领域，包括微电子、供应链弹性、未来工业以及振兴传统产业，为 14 个项目提供了约 400 万美元的资助，用于支持制定跨行业先进制造技术路线图，如图 2 所示。MFGTech 计划将在全国范围内推动建立战略合作伙伴关系，提高美国工业部门的创新能力和生产力水平。此外，MFGTech 计划涉及美国制造业的关键领域，通过确定研发目标及优先级，缩小劳动力技能差距，提升制造业的多样性、公平性和包容性，并制定加快技术开发和转移的措施，提高美国制造业竞争力^[6]。

2.1 微电子领域

新冠疫情等因素导致全球半导体供应链严重短缺，依赖半导体作为其成品关键部件的制造业部门深受影响。MFGTech- 微电子路线图将确定在美国本土建设用于发明、演示、原型制作和生产的基础设施的一些关键步骤（见表 5）。

“5G/6G 毫米波材料与电气测试技术”项目为推进 5G 和 6G 产品世界领先制定路线图，在毫米波材料选择、表征和测试方面建立世界领先的知识库和技术诀窍，以加快美国下一代高性能无线网络的发展，帮助美国成为 5G/6G 技术的竞争领导者。

“推进高混合生产的工业人工智能联盟”项目将建立以美国为基地的工业人工智能（AI）联盟，以打破高混合生产^①中的高优先级技术壁垒。该项目将使各种规模的公司受益，并影响许多中小批量生产的行业（如半导体、医疗产品、储能和制药）。

“异构集成和电子封装制造路线图”项目为提高国家在异构集成和电子封装技术方面的能力和竞争力制定可行的路线图。该路线图包括制造业发展基础设施、制造业标准路径、劳动力发展以及可持

① 混合生产：相对于单线型生产而言，是多种产品同时在固定生产线上混合生产运行的模式。

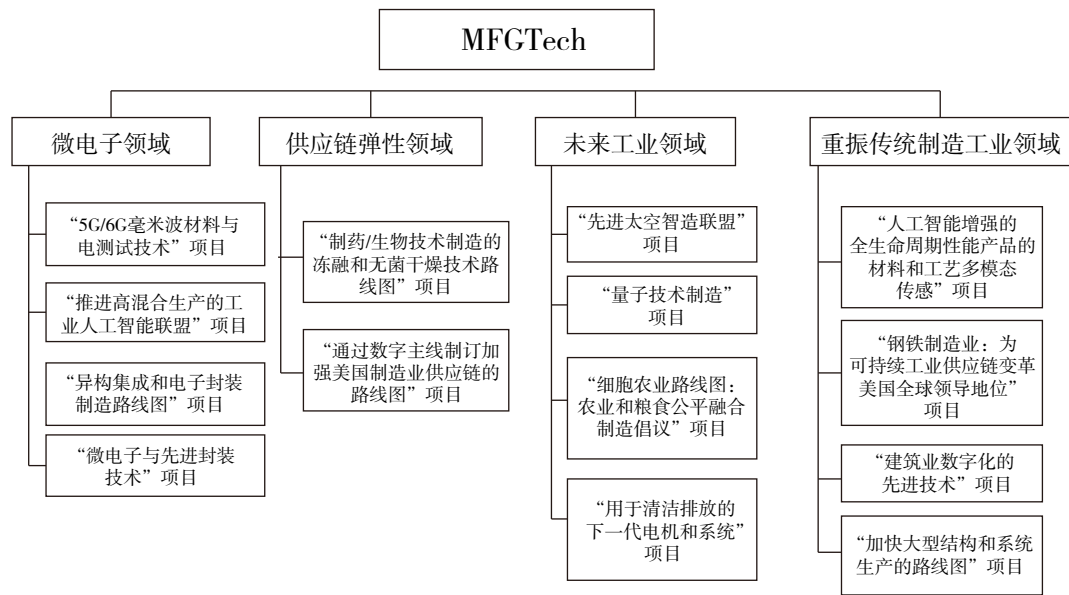


图 2 MFGTech 计划在 4 个关键领域支持的 14 个项目

表 5 MFGTech- 微电子领域资助项目

项目	执行期限	主要执行机构	资助金额（美元）	合作方
5G/6G 毫米波材料与电气测试技术	2022 年 5 月—2023 年 9 月	国际电子生产商联盟	290 865	杜邦；戴尔；英特尔；国际无线产业联盟等
推进高混合生产的工业人工智能联盟	2022 年 8 月—2024 年 2 月	辛辛那提大学	298 106	密歇根大学；北卡罗来纳州农业技术大学等
异构集成和电子封装制造路线图	2022 年 4 月—2023 年 9 月	加州大学洛杉矶分校	300 000	国际半导体产业协会
微电子与先进封装技术	2022 年 4 月—2023 年 9 月	国际半导体产业协会	300 000	亚马逊；亚德诺半导体；宾汉姆顿大学等

续性、制造业可持续性以及公平的制造业基础设施等方面的建议。

“微电子与先进封装技术”项目将建立一个联合体，识别并确定半导体和微电子融合的新兴应用以及相关的先进封装技术需求。该项目将在微电子和先进封装领域创造一支有弹性、多样化和高技能

的劳动力队伍，以支持基础设施建设、技术转让和原型制造等。

2.2 供应链弹性领域

MFGTech- 供应链弹性路线图将通过供应链弹性创新，使美国制造商提高运营效率，快速识别供应链中断和质量风险，加强国家安全（见表 6）。

表 6 MFGTech- 供应链弹性领域资助项目

项目	执行期限	主要执行机构	资助金额（美元）	合作方
制药 / 生物技术制造的冻融和无菌干燥技术路线图	2022 年 4 月—2023 年 9 月	普渡大学	296 155	艾伯维；阿斯利康；基因泰克 / 罗氏；辉瑞等
通过数字主线制定加强美国制造业供应链的路线图	2022 年 4 月—2023 年 3 月	美国联邦先进制造业中心	300 000	安派克；西门子；美国清洁能源智能制造创新研究院；劳斯莱斯等

“制药 / 生物技术制造的冻融和无菌干燥技术路线图”项目旨在加强制药冷链和无菌干燥技术研发。该路线图将开发新的产品模式，如 mRNA 疫苗、细胞和基因疗法，以更快地部署治疗方法，加强美国对流行病的应对能力，满足公共卫生需求。

“通过数字主线^①制定加强美国制造业供应链的路线图”项目将通过数字主线提高美国制造业供应链的弹性和能力，使美国制造商提高运营效率，生产更高质量的产品，及时发现供应链中断

和质量问题，并增加收入。该路线图将制定指导文件，使数字主线技术能够在整个供应链中得到有效应用。

2.3 未来工业领域

MFGTech- 未来工业领域路线图旨在发现创新计算能力、发展可持续粮食供应以及在零重力下制造新零件等方面的问题。该路线图将为未来的制造业发展奠定基础，使未来制造业可以利用更高的计算能力、更大的数据存储以及超安全通信（见表 7）。

表 7 MFGTech- 未来工业领域资助项目

项目	执行期限	主要执行机构	资助金额（美元）	合作方
先进太空制造联盟	2022 年 5 月— 2023 年 10 月	新罕布什尔大学	297 877	太空探索技术公司；太空基础设施 Redwire Space 公司；反无人机制造商 Dynetics 等
量子技术制造	2022 年 5 月— 2023 年 10 月	斯坦福国际研究院	299 110	思科系统；IBM Quantum；激光二极管制造商 Photodigm；量子计算硬件公司 ColdQuanta 等
细胞农业路线图：农业和粮食公平融合制造倡议	2022 年 5 月— 2023 年 10 月	内布拉斯加大学 林肯分校	300 000	纳瓦霍科技大学；普渡大学；得克萨斯农工大学；佛罗里达大学
用于清洁排放的下一代电机和系统	2022 年 5 月— 2023 年 10 月	休斯敦大学	300 000	佛罗里达州立大学；伊利诺伊大学厄巴纳 - 香槟分校；超导磁储能材料制造商 Hyper Tech Research

“先进太空制造联盟”项目将分析天基供需制造经济商业化的知识和其他关键障碍，以及开发空间服务、组装和维护技术，为商业和探索任务提供可持续和安全的空间基础设施，以造福地球和空间经济。这将有助于创造新的市场，促进经济增长，并保证美国在太空领域的领导地位。

“量子技术制造”项目为量子技术的利益相关者提供前瞻性指导，包括制定路线图和发展指南、确定技术 / 制造需求和共同挑战、评估供应链，以及通过差距分析确定投资、技术进步或市场规模并弥补技术差距，促进行业合作伙伴之间的协调，以应对量子行业面临的长期挑战，从而提高美国在这一领域的整体竞争力。

“细胞农业路线图：农业和粮食公平融合制造倡议”项目将建立一个为期 10 年的路线图，以解

决与细胞培养肉类和可食用生物材料相关的关键技术障碍。通过展示商业规模细胞农业方法的途径和益处，以减轻畜牧业对环境的影响，并保证可持续的粮食供应。

“用于清洁排放的下一代电机和系统”将制定行业驱动的路线图，以确定和解决平台技术中的主要技术障碍，通过创新使经济部门尽快实现净零排放。在经济部门等多个部门快速推进下一代电机和系统的应用，将满足大幅减少碳基燃料排放的迫切要求。

2.4 重振传统制造工业领域

传统制造工业的创新有助于确保其保持全球竞争力。MFGTech- 重振传统制造工业路线图将探索比传统方法效率更高、成本更低和材料消耗更少的制造方法，包括 3D 打印、预制、模块化建造、数字设计以及使用人工智能研究新材料等（见表 8）。

① 数字主线是指利用数字化技术，覆盖产品全生命周期与全价值链，从基础材料、设计、工艺、制造以及使用维护全部环节，集成并驱动以统一的模型为核心的产品设计、制造和保障的数字化数据流。

表 8 MFGTech—重振传统制造工业领域资助项目

项目	执行期限	主要执行机构	资助金额（美元）	合作方
人工智能增强的全生命周期性能产品的材料和工艺多模态传感	2022 年 5 月— 2023 年 10 月	凯斯西储大学	299 745	美国材料与试验协会；清洁能源智能制造创新研究院；劳斯莱斯；罗克韦尔自动化公司
钢铁制造业：为可持续工业供应链变革美国全球领导地位	2022 年 5 月— 2023 年 11 月	美国钢铁技术协会	299 893	安赛乐米塔尔公司；铁矿石企业克利夫兰克利夫斯股份有限公司；钢铁制造商 Nucor；冶炼企业 Midrex 等
建筑业数字化先进技术	2022 年 5 月— 2023 年 7 月	美国材料与试验协会	299 990	国际规范委员会；美国建筑专业协会；美国混凝土协会等
加快大型结构和系统生产的路线图	2022 年 5 月— 2023 年 9 月	美国爱迪生焊接研究所	300 000	俄亥俄州立大学；核燃料公司 BWX Technologies；3D 打印设备制造商 GE Additive；洛克希德·马丁公司等

“人工智能增强的全生命周期性能产品的材料和工艺多模态传感”项目将制定技术路线图，在整个产品生命周期内将人工智能/机器学习（ML）工具与传统材料科学和工艺知识相结合，从而为未来制造业提供全新的方法，并增强国家供应链的可见性和响应能力。

“钢铁制造业：为可持续工业供应链变革美国全球领导地位”项目将建立一个钢铁制造联合体，以解决阻碍钢铁行业先进制造业发展的重大工艺问题。通过制定工业驱动路线图，解决技术、基础设施和劳动力方面的问题，从而提高钢铁行业在价值链上的竞争力。

“建筑业数字化先进技术”项目将制定首个全面的数字建设路线图。利用先进技术组建施工联合体，识别最新的技术和解决方案，在施工全生命周期中实现数字化施工。该路线图将提高施工效率，影响 6 个应用领域：可持续建筑、智能基础设施、大规模住房、灾害应对、流行病预防和空间建筑。

“加快大型结构和系统生产的路线图”项目将为大型结构和系统的生产制定全面的工业和技术路线图，重点关注大型结构 4.0 技术、下一代制造、制造和检验工艺以及提高美国竞争力的培训计划，使美国利益相关者的最终路线图与详细的技术开发计划保持一致，并指导私人 and 公共投资以满足美国行业的技术需求和弥补差距。

3 发挥美国制造业创新网络的作用

3.1 美国制造业创新网络确保美国先进制造业保持全球领先地位

美国制造业创新网络是一个公私伙伴关系的国家网络，包括美国商务部、国防部和能源部 3 个部门及其所资助的 16 家制造业创新研究所，以及其他 6 个美国联邦政府部门——劳工部、教育部、卫生与公众服务部、美国国家航空航天局、美国国家科学基金会和农业部（见表 9）。2022 年 10 月，NIST 发布了《美国制造业亮点报告》，对参与美国制造业创新网络的 9 个部门以及 16 家制造业创新研究所在 2021 年所做出的成就进行了总结。该报告指出，美国制造业创新网络的所有机构共同创新了大规模公私全面合作方式，推动了技术进步、劳动力开发和创新生态体系方面的大规模合作，确保美国创造的成果跻身先进制造技术前沿。

2021 财年，为了促进先进制造技术快速发展，美国各研究所及其成员共享设施、专业知识、尖端设备和资金，在最有价值的应用研发和劳动力项目上进行合作。16 家制造业创新研究所共开展了 700 余个高度优先于工业的应用研究和开发项目，并与 2 300 余个组织成员合作执行。在这 16 家制造业创新研究所的成员中，63% 是制造业公司，72% 是中小型制造商。通过研究所及其合作伙伴

表 9 美国制造业创新网络联邦机构、研究所及成员数量^[7]

美国联邦机构	参与研究所及机构 / 计划	成员数量 (个)
商务部	国家生物制药创新研究所 (NIIMBL)	186
国防部	国家增材制造创新研究所 (America Makes)	240
	数字化制造研究所 (MXD)	314
	轻量化材料制造创新研究所 (LIFT)	130
	集成光子学制造研究所 (AIM Photonics)	68
	柔性混合电子制造业创新研究所 (NextFlex)	105
	先进功能织物研究所 (AFFOA)	133
	先进再生制造研究所 (BioFabUSA)	172
	先进制造机器人研究所 (ARM)	323
	生物工业制造和设计生态系统研究所 (BioMADE)	80
能源部	先进复合材料制造创新研究所 (IACMI)	119
	节能减排研究所 (REMADE)	130
	清洁能源智能制造创新研究所 (CESMII)	134
	过程强化部署快速推进研究所 (RAPID)	90
	下一代电力电子制造创新研究所 (PowerAmerica)	68
	网络安全制造创新研究所 (CyMan II)	42
劳工部	美国劳工部就业和培训管理局 (ETA)	
教育部	整体参与	
卫生与公众服务部	美国食品和药物管理局 (FDA)、HHS 生物医学高级研究与发展局 (BARDA)	
美国国家航空航天局	航天技术任务局 (STMD)	
美国国家科学基金会	小企业创新研究计划 (SBIR)、小企业技术转让计划 (STTR) 和与行业学术联系赠款机会 (GOALI) 项目; 工程研究中心 (ERC)、工业 / 大学合作研究中心 (IUCRC) 和先进技术教育 (ATE) 计划等	
农业部	整体参与	

的努力,先进制造业取得较大发展。在资金方面,2021 年美国制造业创新网络的 16 家研究所不仅吸引了 1.27 亿美元的基本联邦资金,还吸引了来自各州、联邦(疫情)和私人基金的 3.54 亿美元资金。社会资金与美国政府资金 2.8:1 的投资匹配远远超过了 1:1 匹配的计划,体现了美国联邦资金的杠杆作用。

3.2 美国制造业创新网络推动本国先进制造业技术进步

2021 年以来,制造业创新研究所及其组织成员在先进制造技术领域就竞争前应用研发项目进行合作。这些项目促进了产品和工艺的创新,在整个行业具有广泛的应用潜力,并有助于美国制造业在全球先进制造技术竞争中发挥领导作用。目前,正

在进行的研发项目有 708 个,将大幅推动先进制造技术开发。

美国商务部资助的 NIIMBL 通过加快生物制药制造创新满足国家的需求,从而实现美国公共卫生安全。NIIMBL 及其合作机构对工艺进行创新,例如,将分子机械与传统制造技术相结合来提高细胞因子产量,或对为慢病毒载体所建立的生物制造平台的工艺进行集成和优化,实现了生物制药制造成本节约、规模化量产以及风险降低^[7]。

美国国防部资助的美国先进功能织物研究所集中了初创企业、制造商、行业及学术界的先进纤维和织物技术能力,并组织他们为国防部和商业市场建立先进的纺织系统,满足商业和国防应用中的多种需求。美国先进功能织物研究所与美国陆军作战能力发展司令部士兵中心合作,实现了适用于极端寒冷天气及潮湿天气的快速原型制造系统,并能够在使用过程中跟踪记录温度、湿度和加速度^[7]。

美国能源部赞助的先进复合材料制造创新研究所由 100 余个来自行业、学术界和政府机构的成员组成,旨在推动先进复合材料的应用并发展美国制造业。2021 年,先进复合材料制造创新研究所与科研工作者和制造商合作在美国田纳西州建造了第一座纤维增强聚合物车辆桥面桥。它减少了安装时间并降低了施工期间的能源成本。复合桥面板使用寿命为 100 年,且重量比混凝土桥面板轻 90%。甲板中还嵌入了智能传感器,以监测其使用状况和性能^[7]。

3.3 美国制造业创新网络促进美国先进制造业劳动力就业

2021 年以来,16 个制造业创新网络研究所及其组织成员聚焦于多样化人群,创造了更多制造业领域的就业机会。同时,还根据行业需求制定特定技术领域的课程。2021 财年,约有 90 000 余名美国工人(包括退伍军人和受新冠疫情影响的人群)、学生和教育工作者通过线上和线下的方式参与了这些研究所主导的劳动力计划。

美国商务部赞助的 NIIMBL 及其组织成员制订了一系列计划,旨在建立一支世界领先的生物制药队伍,满足快速增长的行业需求。计划包括:开发生物制药职业课程;通过定向技术培训储备人才;设立 NIIMBL eXperience,为多元化年轻人群提供

大型生物制药制造商、小型创新公司以及非营利机构的实习机会^[7]。

美国国防部资助的美国柔性混合电子制造研究所设立了 Additive Edge 计划,旨在向美国年轻人介绍先进制造业,并提供相关工作经验,从而激励美国高中生探索增材制造技术和创业。此外,美国柔性混合电子制造研究所推出了其军事参与计划 FlexMil 的虚拟版本,让更广泛的军事界成员参与先进制造业,了解先进制造业和柔性混合电子技术并获得相关应用领域的职业机会。

美国能源部资助的清洁能源智能制造创新研究所和美国制造工程师学会(SME)建立了合作伙伴关系,与其培训机构 Tooling U-SME 联合,利用其丰富的制造业领域学习和培训资源,加快了智能制造的实施,并促进了多元化劳动力就业^[7]。

3.4 美国制造业创新网络促进先进制造业创新生态系统构建

美国制造业的创新依赖于其强大和稳健的制造供应链,以及制造业相关大量实体的合作。通过学术界、制造商和创新网络组织成员等共同努力,推动了美国制造业发展。在 2 320 名成员中,约 2/3 是制造商,其他成员还包括社区学院和主要研究型大学(占 22%),以及州和地方经济发展实体(占 15%)^[7]。

美国商务部资助的 NIIMBL 制订了一个 10 年工艺强化计划,旨在改造和发展可持续的生物制药制造业。该项目将技术创新、新材料、再循环和新实践相结合,建立了促进“碳中和”实现的生物加工体系。这些要素将解决生物制造过程中的障碍^[7]。

美国国防部资助的数字化制造研究所通过其强大的工业、学术和政府合作伙伴网络,为美国制造业提供联邦资助的项目机会、劳动力开发工具和 2 043.87 m² 的未来工厂车间创新中心等,推动了美国制造商的数字化转型。西门子公司和陶氏公司利用数字化制造研究所的过程工业试验台演示了创新软件和物联网(IoT)与硬件结合的过程,以加快流程行业的数字化转型^[7]。

2022 年 7 月,美国能源部资助的网络安全制造创新研究所发布《2022 制造业网络安全路线图》^[8]。该路线图将全程保护新旧系统的数字主线,并解决自动化和供应链网络安全面临的基本挑战。网络安

全制造创新研究所的安全制造架构减少了制造优质零件的时间成本和不确定性,提高了整体运行效率,促进了供应链脱碳,提高了生产力和利润率。

4 启示与建议

美国在先进制造技术以及制造方法创新方面处于全球领先地位。面对激烈的全球竞争,拜登政府通过发布国家战略、制定技术路线图以及发挥制造业创新网络作用,重振美国制造业。在制造业创新技术方面,拜登政府延续了往届政府对于纳米制造、半导体材料以及数字化、量子计算和人工智能等技术创新在制造业的集成与应用战略,加强了对于新材料及加工技术的关注,强调了清洁和可持续制造以支持传统工业脱碳。在“顶层战略设计、制定跨行业制造技术路线图和创新网络中研究所和组织成员协作创新”模式作用下,美国制造业将通过更高的生产效率、产能利用率以及快速技术迭代实现成本节约和利润增加。先进制造技术在其生态系统和供应链中的广泛应用,将促进美国保持持续的竞争优势。

在劳动力发展方面,通过判定 NSAM 战略和构建制造业创新网络促进美国制造业劳动力市场的稳定发展。人才是实现技术创新和制造业发展的关键,因此,吸引多元化劳动力进入制造业,提高制造业就业质量和就业机会也是拜登政府“重振美国制造业”的重点目标之一。

在制造业生态建设方面,美国制造业创新网络面向不同细分领域的实际需求,强调对先进制造技术进行更深层次的开发和商业化应用,促进了技术创新在先进制造业的快速应用。此外,NSAM 战略和美国制造业创新网络通过加大对美国中小型制造商的支持力度,促进美国本土中小企业成长和发展;美国制造业创新网络以科研机构为枢纽,链接了政府部门、行业、企业及科研院校,加强了美国本土制造产业链上下游、不同规模的企业以及政府机构间的沟通与协作,推动中小型企业参与制造业创新并实现了更广泛的资源共享,构建了深度融合的美国制造生态系统并提高了供应链的弹性。

中国是全球制造业大国,面对日趋复杂的国际竞争形势,应进一步加强科技创新对制造业发展的支撑,制定制造业创新发展战略,明确中国制造业

的支撑经济高质量发展的重点方向。继续加大国家科技计划对信息、新材料、新能源、先进制造和生物医药等制造业关键技术攻关的投入,解决关键技术问题,加强人工智能、大数据等技术在制造业的应用,加强绿色低碳技术在制造业的推广,提升中国制造业数字化、智能化和低碳化水平。加强制造业未来技术的研判,制定中国制造业重点行业发展技术路线,指导行业可持续发展。发挥中国国家技术创新中心和国家制造业创新中心等国家技术创新平台的作用,加快先进技术成果在相关行业的转移转化和技术创新网络建设,推动中国制造业技术进步和产业发展。加大制造业领域科技和产业人才培养力度,多渠道吸引全球华裔科学家和国际人才,加强制造业领域技术培训,提升制造领域人力的素质,确保中国制造业可持续发展。加大对制造业企业的政策扶持力度,激励制造业企业加大自主创新和研发投入。研判评估中国制造业关键供应链风险,制定中国制造业供应链安全战略,加强相关法律法规的建设,培育具有全球供应链市场竞争力的龙头企业,加大对制造业细分领域“专精特新”等企业支持力度,发挥其保障中国制造业供应链安全的作用,推动制造业创新生态体系建设。■

参考文献:

- [1] CLAY I. Fact of the week: the US manufacturing trade deficit as a share of GDP through June is at its highest level since 2008[EB/OL]. [2022-11-24]. <https://itif.org/publications/2022/09/19/fact-of-the-week-us-manufacturing-trade-deficit-at-highest-level-since-2008/>.
- [2] The White House. Executive order on America's supply chains: a year of action and progress[R/OL]. [2022-08-14]. <https://www.whitehouse.gov/wp-content/uploads/2022/02/Capstone-Report-Biden.pdf>.
- [3] U.S. Department of Commerce. Announcing the national strategy for U.S. leadership in advanced manufacturing [EB/OL]. [2022-10-14]. <https://www.commerce.gov/news/blog/2022/10/announcing-national-strategy-us-leadership-advanced-manufacturing>.
- [4] Subcommittee on Advanced Manufacturing Committee on Technology of the National Science and Technology Council. National strategy for advanced manufacturing[R/

- OL]. [2022-10-14]. <https://www.manufacturingusa.com/sites/manufacturingusa.com/files/2022-10/FINAL%20National%20Strategy%20for%20Advanced%20Manufacturing%2010072022%20Approved%20for%20Release%5B56%5D.pdf>.
- [5] 余典范. 先导产业发展趋势 [EB/OL]. [2022-09-14]. https://mp.weixin.qq.com/s?__biz=MzI0MDg3MDI5Mw==&mid=2247504274&idx=1&sn=df7b768df425c904e809e4ea85bbcb1c&chksm=e916a768de612e7e199244b0d6728400fbfd6d0343a1b32133655db9b2effba6fa15d60d74b8&scene=27.
- [6] NIST Office of Advanced Manufacturing. Advanced manufacturing technology roadmap (MFGTech) program[EB/OL]. [2023-01-14]. <https://www.nist.gov/oam/programs/advanced-manufacturing-technology-roadmap-mfgtech-program>.
- [7] NIST. Manufacturing USA highlights report: a summary of 2021 accomplishments and impacts[R/OL]. [2023-01-20]. <https://doi.org/10.6028/NIST.AMS.600-11>.
- [8] Cybersecurity Manufacturing Innovation Institute. CyManII announces release of institutional roadmap to outline evolving vision for institute's technical and operational approach within cybersecurity for U.S. manufacturing[R/OL]. [2023-01-20]. <https://cymanii.org/wp-content/uploads/2022/05/CyManII-Roadmap-PRelease-Final.pdf>.

Strategic Measures and Suggestions for Manufacturing Development of Biden Government in the United States

SHI Dongmei, WANG Jing, ZHANG Jingyin

(High Technology Research and Development Center, Ministry of Science and Technology of the People's Republic of China, Beijing 100044)

Abstract: Under the influence of the COVID-19, the manufacturing in the United States shows a declining trend, which has an impact on the U.S. economy. After Biden took office as President of the U.S. in 2021, U.S. government has clarified the supporting role of manufacturing industry in ensuring the global leading economic position and national security of the U.S., and revitalized the U.S. manufacturing industry through a series of measures. The strategies formulated by the White House at the national level for the development of advanced manufacturing mainly includes: focusing on specific technical objectives to carry out rapid development and implementation of manufacturing technology, developing advanced manufacturing labor force, and improving the flexibility of the United States manufacturing supply chain. Under the national manufacturing strategy, NIST has developed the latest cross-industry manufacturing technology roadmap, and the manufacturing innovation network composed of multiple government departments, research institutes, universities and manufacturing enterprises has cooperated to promote technological progress, improve advanced manufacturing labor force and build an advanced manufacturing innovation ecosystem. This paper analyzes the enlightenment of the relevant strategies and policies of the U.S. manufacturing industry on the development of China's manufacturing industry, and puts forward relevant suggestions around strengthening the support of scientific and technological innovation to the manufacturing industry.

Keywords: American manufacturing; advanced manufacturing; manufacturing strategy; Biden government