

“标准助推‘新质生产力’发展”征文活动优秀奖

智能制造标准化助力开拓新质生产力

刘 鹏 张桂玲 常莘东 陈 兴

(机械工业仪器仪表综合技术经济研究所)

摘 要: 智能制造作为新一代信息技术与先进制造技术融合发展的生产形态,是推动制造业高端化、智能化、绿色化发展的重要抓手。标准化作为科技创新的载体,是推进产业高质量发展的强劲支撑力,研制智能制造标准对于提升制造业核心竞争力和占领制造业发展制高点具有重要意义,开展智能制造标准化研究是推进新型工业化,形成新质生产力的必然选择。

关键词: 制造业,智能制造,标准化,新质生产力

DOI编码: 10.3969/j.issn.1674-5698.2024.11.003

Standardization of Intelligent Manufacturing Helps to Explore New Quality Productive Forces

LIU Peng ZHANG Gui-ling CHANG Shen-dong CHEN Xing

(Instrumentation Technology and Economy Institute)

Abstract: Intelligent manufacturing, as a production form that integrates new generation information technology and advanced manufacturing technology, is an important lever for promoting the high-end, intelligent, and green development of the manufacturing industry. Standardization, as a carrier of technological innovation, is a strong support for promoting high-quality industrial development. Developing intelligent manufacturing standards is of great significance for enhancing the core competitiveness of the manufacturing industry. Conducting research on intelligent manufacturing standardization can help promote new industrialization and form new quality productive forces.

Keywords: manufacturing, intelligent manufacturing, standardization, new quality productive forces

0 引言

2023年9月,习近平总书记在黑龙江考察调研期间首次提到“新质生产力”,2024年《政府工作

报告》提出,要加快推进现代化产业体系建设,加快发展新质生产力。所谓新质生产力是创新起主导作用,摆脱传统经济增长方式、生产力发展路径,具有高科技、高效能、高质量特征,符合新发

基金项目: 本文受2022年国家重点研发计划“国家质量基础设施体系”重点专项“高端装备制造绿色安全与数字化转型重要国际标准研制”(项目编号: 2022YFF0610400)资助。

作者简介: 刘鹏,硕士研究生,工程师,主要研究方向为智能制造标准化。

展理念的先进生产力质态^[1]。智能制造作为新一代信息技术与先进制造技术融合发展的生产形态，对于推动制造业高端化、智能化、绿色化发展，提升产业链供应链韧性和安全水平，推进制造强国建设具有重要意义。

标准是科技创新的载体，也是产业发展的驱动力，推进智能制造，标准化要先行。智能制造标准化在解决关键制造环节的互联互通、优化生产资源配置、提升产业链效率和增强跨行业跨领域的交流合作等方面发挥着重要作用，开展智能制造标准化研究对于提升制造业核心竞争力、占领制造业发展制高点和促进我国产业迈向全球价值链中高端具有重要的意义，是推进新型工业化，开拓形成新质生产力的必然选择^[2]。

1 智能制造标准化现状研究

1.1 智能制造定义

GB/T 40647-2021《智能制造 系统架构》国家标准中定义智能制造是通过综合和智能地利用信息空间、物理空间的过程和资源，贯穿于设计、生产、物流、销售、服务等活动的各个环节，具有自感知、自决策、自执行、自学习、自优化等功能，创造、交付产品和服务的新型制造^[3]。IEC/TR 63283-

1:2022《工业过程测量控制和自动化 智能制造 第1部分：术语和定义》国际标准定义智能制造是通过集成化和智能化的技术手段，综合利用网络、物理试题、人员相关的过程和资源，生成产品和服务，并与企业价值链中的其他环节进行协作，以提升制造性能的制造模式^[4]。通过对比分析国家标准以及国际标准可以看出，当前对于智能制造的认知相对较统一。

1.2 智能制造标准化组织

(1) 国际标准组织

国际标准化组织（ISO）、国际电工委员会（IEC）及国际电信联盟（ITU）是开展智能制造标准化研究的三大重要组织^[5]，它们的核心技术机构及核心分委会/工作组如图1所示。国际标准化组织（ISO）中开展智能制造标准化研究的主要机构有智能制造协调委员会（ISO/TMB/SMCC）和自动化系统与集成技术委员会（ISO/TC 184）。

智能制造系统委员会（IEC/SyC SM）和工业过程测量控制和自动化领域技术委员会（IEC/TC 65）是国际电工委员会（IEC）开展智能制造标准化研究的两个核心技术机构。智能制造系统委员会（IEC/SyC SM）主要负责智能制造标准化的顶层设计和统筹协调，此外智能制造系统委员会（IEC/SyC SM）和智能制造协调委员会（ISO/TMB/

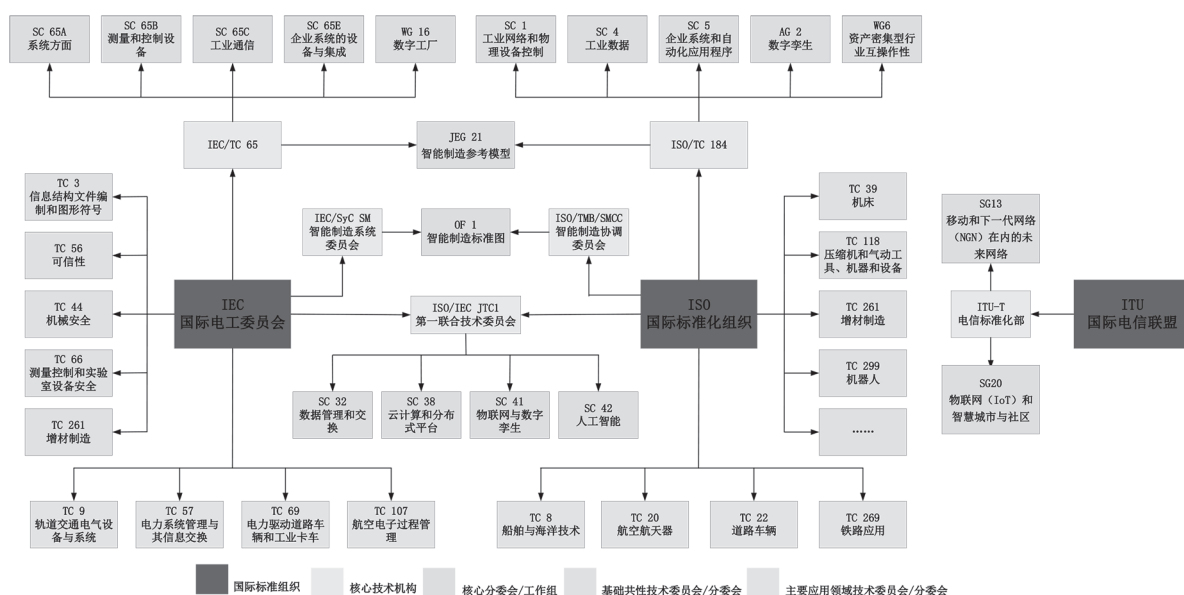


图1 智能制造标准化研究主要技术机构

SMCC) 共同组成了OF 1标准图谱开放论坛工作组, 负责开展智能制造标准图谱研究及标准制定^[4]。国际标准化组织(ISO)和国际电工委员会(IEC)共同成立了ISO/IEC JTC1第一联合技术委员会, 致力于开展新一代信息技术在智能制造领域的标准化研究与应用。

国际电信联盟(ITU)中开展智能制造相关标准化的主要机构是电信标准化部(ITU-T), 下设SG 13未来网络和SG 20物联网研究工作组, 主要负责开展网络通信相关标准研究和制定^[5]。

(2) 各国标准化机构

除上文介绍的三大国际标准化组织外, 各国还有其他标准化机构也在不断推进智能制造标准化工作, 机构名称和主要职责见表1。

1.3 智能制造标准研制现状

(1) 智能制造国际标准研制现状

智能制造国际标准主要包含基础标准和关键

技术标准, 其中基础标准包含术语、定义、案例、参考模型和标准图谱等内容; 技术标准涵盖数字工厂、网络与系统安全、工业自动化能效、工业网络、预测性维护等关键技术标准^[6]。工业过程测量控制和自动化领域技术委员会(IEC/TC 65)现行智能制造国际标准有500多项, 其中我国主导制定的国际标准有40项, 已正式发布25项; 自动化系统与集成技术委员会(ISO/TC 184)共有近900项智能制造相关国际标准, 我国主导制定的国际标准有10项。我国主导制定的部分国际标准见表2。

(2) 智能制造国家标准研制现状

我国构建了包含“基础共性”“关键技术”和“行业应用”的智能制造标准体系^[7]。智能制造国家标准覆盖了产品全生命周期、生产全过程和供应链全环节等场景, 对于企业提高产品质量、生产效率及效益, 减少资源能源损耗, 畅通产业链供应链起到了重要作用, 部分智能制造国家标准及应用

表1 各国主要标准化机构

序号	国家	标准化机构名称	主要职责
1	德国	德国电工电子与信息技术标准化委员会(DKE)	研究制定电子、电动与信息技术相关标准
2		德国标准化学会(DIN)	研究制定机械、电气、采矿、冶金、化工等领域相关标准
3	美国	国家标准技术研究院(NIST)	从事物理、生物和工程方面的基础和应用研究, 是美国政府标准化政策的主要实施者, 代表政府管理标准化, 负责标准及合格评定工作的协调工作
4		美国标准学会(ANSI)	协调国内各机构、团体的标准化活动; 审核批准美国国家标准; 代表美国参加国际标准化活动; 提供标准信息咨询服务; 与政府机构进行合作
5	日本	日本工业价值链促进会(IVI)	研究工业互联网、物联网、大数据、人工智能、数字化制造等领域的标准研制
6		日本产业技术综合研究所(AIST)	研究信息技术、能源、制造技术等标准制定
7	中国	国家智能制造标准化协调推进组	协调智能制造标准化工作, 征询专家咨询组意见等
8		国家智能制造标准化总体组	负责制定我国智能制造标准化规划、政策措施建议等
9		国家智能制造标准化专家咨询组	参与推进智能制造国内国际标准研制和应用实施等工作

表2 我国主导制定的智能制造国际标准(部分)

序号	标准编号/项目号	标准名称(中文)	技术领域	进度
1	IEC TR 63164-2:2020	工业自动化设备和系统可靠性 第2部分: 系统可靠性	智能制造参考模型	已发布
2	IEC/PAS 63178:2018	智能制造服务平台 制造资源/能力接入集成要求	设备与集成	已发布
3	IEC PAS 63325:2020	工业自动化控制系统安全一体化生命周期要求	功能安全	已发布
4	IEC 61158-3-28:2023	工业通信网络 现场总线规范 第3-28部分: 数据链路层 服务定义 类型28元素	工业网络	已发布
5	IEC/TR 62967:2018	过程测控系统用传感器与变送器的主要静态性能指标的计算方法	测量和控制设备	已发布

场景见表3。

随着智能制造的深入推进,我国制造业发展已由高速增长阶段转向高质量发展,产业结构和发展方式进入重塑转型期,亟需新技术标准助力我国智能制造产业迈入新阶段。为此工业和信息化部及国家标准化管理委员会等部门正在组织相关单位研制智能制造新技术标准,如:针对我国智能检测装备产业技术薄弱等问题,全国工业过程测量控制和自动化标准化技术委员会正在研制《智能检测装备通用技术要求》国家标准(计划号:20240328-T-604);针对智能制造实施效果和可持续发展能力科学量化评价方法缺失,机械工业仪器仪表综合技术经济研究所牵头制定了《智能制造效能通用评测方法》团体标准(标准编号:T/CAMS 182-2024),当前正在推进《企业智能制造效能评测方法》国家标准的研制和国际标准立项。

2 智能制造标准化开拓新质生产力

2.1 智能制造标准化实现产品全生命周期闭环管理

推进新型工业化,加快建设制造强国其本质就是发展新质生产力。智能制造标准化可以打通产

品设计、生产质量管控、营销管理和售后服务全环节,实现全生命周期业务协同和数据共享,进而推动产品全生命周期闭环优化,是推进新型工业化和加快建设制造强国的重要基石。

针对产品设计周期长、成本高、反馈优化机制缺失等问题,智能制造标准化通过规范设计建模、仿真优化和虚拟验证等流程,实现数据和模型驱动的产品设计,缩短产品研制周期,提高新产品产值贡献率;针对工艺设计过程复杂和精确度低等现状,应用标准化设计、仿真软件和知识模型,基于复杂建模、多目标优化等技术,可实现产品的工艺数字化设计和仿真迭代优化;围绕产品生产质量在线检测率低、质量追溯困难等现状,通过制定智能检测装备和生产过程质量控制相关标准,可以实现生产环节的智能在线检测、质量精准追溯和产品质量优化;随着消费者个性多样化需求不断提升,基于大规模个性化定制相关标准,利用大数据、机器学习、知识图谱等技术,构建用户画像和需求预测模型,可实现动态调整设计、采购、生产方案,优化销售策略。智能制造产品全生命周期标准化可以集成设计、生产、销售、维护等各环节数据,并进行闭环反馈和分析挖掘,推动产品设

表3 智能制造标准名称及应用场景(部分)

序号	标准编号/计划号	标准名称	应用场景
1	GB/T 41255-2022	智能工厂 通用技术要求	工厂数字化设计、数字孪生工厂建设等
2	GB/T 40571-2021	智能服务 预测性维护 通用要求	在线运行监测、设备故障诊断与预测等
3	GB/T 35115-2017	工业自动化效能	能耗数据监测、能效平衡与优化等
4	GB/T 38129-2019	智能工厂 安全控制要求	安全管控、危险作业自动化等
5	GB/T 36076-2018	自动作业仓储配送包装箱信息标识通用规范	智能仓储、精准配送等

表4 智能制造产品全生命周期相关标准、范围和主要内容(部分)

序号	标准编号/计划号	标准名称	范围和主要内容
1	GB/T 37393-2019	数字化车间 通用技术要求	规定了数字化车间的基础层数字化要求、工艺设计数字化要求等内容
2	GB/T 41272-2022	生产过程质量控制 质量数据通用接口	规定了生产过程质量控制所涉及的数据及其表示方法,给出了质量数据分类、数据定义和描述等内容
3	GB/T 42383.5-2023	智能制造 网络协同设计 第5部分:多学科协同仿真	规定了网络协同设计过程中的多学科协同仿真系统架构要求、技术要求、功能要求、仿真系统建设、仿真流程建设和系统应用逻辑等内容
4	GB/T 42202-2022	智能制造 大规模个性化定制 通用要求	规定了智能制造大规模个性化定制的业务流程、需求识别活动、需求评估活动、研发设计活动、物料采购活动、营销销售活动、生产制造活动、物流配送活动、售后服务活动和交互平台要求

计优化和迭代创新,相关国家标准和标准范围内容见表4。

2.2 智能制造标准化促进生产全过程协同优化

新质生产力的形成是以全要素生产率大幅提升作为核心标志。智能制造标准化可以打通生产全过程工序间、工艺间、业务间的孤岛信息,实现生产全流程、全要素协同优化,推动生产全过程的系统性,高效提升生产过程的效率,是开拓形成新质生产力的重要手段。

智能制造标准化可以实现人、机、料、法、环等全要素的互联互通,通过数据分析结合知识图谱等技术进行分析、推理和决策,实现精准感知、动态配置和智能决策的生产管理,优化生产流程,提高生产效率。面对传统排程计划准确度低且存在大量工序间衔接等待时间长等现状,智能制造标准化规定了调度优化方法,结合多维数据分析等技术,可以实现实时数据分析和优化下的动态生产管控。针对传统排产调度多围绕单一工序进行计划排产优化,导致局部排产最优而全局生产效率低的现状,智能制造标准化通过规范各工艺计划、排产和调度环节,实现全局资源配置优化。智能制造相关

标准通过打通生产全过程、全环节,构建统一的生产优化模型,基于全流程数据分析,实现全工序在线预测、工艺参数动态调优等协同优化,推动生产全流程一体化优化,相关国家标准和标注范围内容见表5。

2.3 智能制造标准化推动供应链全环节自主可控

提升供应链韧性和安全水平,保证产业体系自主可控、安全可靠是发展新质生产力的必经之路。智能制造标准化可以推进供应链全环节一体化集成和协同优化,加快企业形态和产业组织变革创新,是提升供应链全环节自主可控能力的有效途径。

智能制造标准化基于云平台,广泛连接全产业链企业资源,有效规范配置生产资源,对于推进业务协同和提升产业链效率具有重要的意义。针对供应链体系复杂且分散,无法精准预测需求变化,快速响应异常变化,协同效率滞后等问题,智能制造标准化可以规范订单到交付全流程供应链端到端业务流和数据流,优化全链条资源配置。智能制造标准化规定了全产业链、价值链要素核心,可以有效指导协同研发、生产和服务等全生产过程,进一步释放产业资源效率潜力。同时智能制造标准化基于

表5 智能制造生产全过程相关标准、范围和主要内容(部分)

序号	标准编号/计划号	标准名称	范围和主要内容
1	GB/T 41255-2022	智能工厂 通用技术要求	规定了智能生产、智能物流、智能管理以及系统集成优化等内容
2	GB/T 43851-2024	制造物流系统互联互通 通用要求	规定了制造物流系统与企业资源计划(ERP)、制造执行系统(MES)互联互通的集成架构基本要求、接口参考模型等通用要求
3	GB/T 40571-2021	智能服务 预测性维护 通用要求	规定了智能服务预测性维护的总则、设备与功能识别、失效模式影响分析功能、可行性分析功能、状态监测功能、故障诊断功能、寿命预测功能、维护管理功能等
4	GB/T 43541-2023	智能制造 网络协同制造 业务架构与信息模型	规定了网络协同制造的业务架构、业务活动和信息模型

表6 智能制造供应链相关标准、范围和主要内容(部分)

序号	标准编号/计划号	标准名称	范围和主要内容
1	GB/T 25103-2010	供应链管理业务参考模型	规范了供应链管理的概念和定义,明确了供应链管理的范围和内容,给出了供应链管理的业务参考模型
2	GB/T 35121-2017	全程供应链管理服务平台参考功能框架	给出了全程供应链管理服务平台的业务模式、业务需求、核心服务流程、参考功能架构以及核心功能等框架
3	GB/T 42026-2022	自动化系统与集成 制造供应链关键绩效指标	规定了制造企业的供应链中,与供应链整体以及采购、生产、物流、销售等具体环节相关的关键绩效指标的定义,多用于制造供应链相关流程、产品和人员的评估
4	GB/T 39258-2020	绿色制造 制造企业绿色供应链管理 采购控制	规定了制造企业绿色供应链管理采购控制的目的、范围、总体要求和具体控制要求等

原料采购、生产制造、物流、销售和服务等全价值链数据互通,结合数据采集和建模分析技术,可以实现业务一体化协同,提升供应链全环节自主可控能力,推动供应链全过程的价值增值。相关国家标准、标注范围和内容见表6。

3 总结展望

随着全球科技和产业竞争日趋激烈,大国之间博弈进一步聚焦制造业,智能制造标准化作为推动制造业高质量发展的驱动引擎,对于加快形

成新质生产力具有极其重要的战略意义。智能制造标准化在产品全生命周期、生产全过程和供应链全环节等方面具有提升生产效率、创新优化配置生产资源和催生产业新模式的作用,是凝聚开拓新质生产力的新动能。随着我国不断系统深入推进智能制造,标准化作为推进技术创新、制造业高速发展的强劲推动力和支撑力,是推进新型工业化、开拓新质生产力的“敲门砖”。作为一名标准化工作者,未来将以更饱满的热情投入到智能制造标准化研究中,为加快建设制造强国,凝聚开拓新质生产力献智献策。

参考文献

- [1] 贾若祥,窦红涛. 新质生产力: 内涵特征、重大意义及发展重点[J]. 北京行政学院学报, 2024(02):31-42.DOI:10.16365/j.cnki.11-4054/d.2024.02.012.
- [2] 欧阳劲松. 智能制造中5G的作用预期与思考[J]. 电气时代, 2023(04):40-41+62.
- [3] GB/T 40647-2021,智能制造 系统架构[S].
- [4] 丁露,汪烁,王玉敏. 智能制造国际标准化发展综述[J]. 仪器仪表标准化与计量, 2021(01):1-4+12.
- [5] 王瑞锋,刘惠玲. 智能制造标准化现状研究[J]. 质量与认证, 2020(11):52-53.DOI:10.16691/j.cnki.10-1214/t.2020.11.004.
- [6] 汪烁,刘奕宇,张涛. 智能制造国际标准化现状分析[J]. 仪器仪表标准化与计量, 2018 (06): 1-4+11.
- [7] 工业和信息化部,国家标准化管理委员会. 国家智能制造标准体系建设指南(2021 版)[EB/OL]. (2021-11-17) [2023-11-07]. <https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-12/09/5659548/files/e0a926f4bc584e1d801f1f24ea0d624e.pdf>.