

ICS 号
中国标准文献分类号

团 体 标 准

T/CMES XXXX—2019
代替 T/CMES XXXX—201X

智能制造知识体系

Knowledge system for intelligent manufacturing

(征求意见稿)

(本稿完成日期：2021-12-22)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国机械工程学会 发布

中国机械工程学会（英文简称 CMES）是具备开展国内、国际标准化活动资质的全国性社会团体。制定中国机械工程学会团体标准，以满足企业需要和市场需求，推动机械工业创新发展，是中国机械工程学会团体标准的工作内容之一。中国境内的团体和个人，均可提出制、修订中国机械工程学会团体标准的建议并参与有关工作。

中国机械工程学会团体标准按《中国机械工程学会团体标准管理办法》进行制定和管理。

中国机械工程学会团体标准草案经向社会公开征求意见，并得到参加审定会议的 3/4 以上的专家、成员的投票赞同，方可作为中国机械工程学会团体标准予以发布。

在本标准实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄给中国机械工程学会，以便修订时参考。

T/CMES 1.1—201X

本标准版权为中国机械工程学会所有。除了用于国家法律或事先得到中国机械工程学会正式许可外，不许以任何形式复制、传播该标准或用于其他商业目的。

中国机械工程学会地址：北京市海淀区首体南路9号主语国际4座11层

邮政编码：100048 电话：010-68799027 传真：010-68799050

网址：www.cmes.org 联系人：袁俊瑞 电子信箱：yuanjr@cmes.org

目 次

前 言.....	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 智能制造知识体系构建.....	1
5 智能制造知识体系框架.....	2
6 智能制造知识体系描述.....	3
附件 A(资料性)智能制造的发展.....	6
附件 B(资料性)智能制造知识体系完整表.....	7
参考文献.....	25

前 言

本标准依据 T/CAS 1.1—2017《团体标准的结构和编写指南》的有关要求编写。

本标准起草单位：清华大学出版社有限公司、齐鲁工业大学、同方知网数字出版技术股份有限公司、华中科技大学、武汉制信科技有限公司。

本标准起草人：庄红权、曹杰峰、刘利、刘杨、王金锋、王新刚、孙涛、赵晶、高清华、陶红燕、高亮、李新宇、黄培 许之颖 张荷芳 张洋、安秀敏。

考虑到本标准中的某些条款可能涉及专利，中国机械工程学会不负责任何该类专利的鉴别。本标准首次制定。

智能制造知识体系

1 范围

本文件描述了智能制造知识框架和知识内容。

本文件适用于：

- a) 促进业界对智能制造认知趋于一致；
- b) 为智能制造企业提供决策、运营管理、产业情报等基础知识；
- c) 为智能制造知识库、知识资源库、知识服务平台的建设、检索和服务提供支持；

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 38377—2019 新闻出版 知识服务 知识资源建设与服务基础术语

GB/T 38668—2020 智能制造 射频识别系统通用技术要求

3 术语和定义

GB/T 38377 和 GB/T 38668 界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

智能制造 intelligent manufacturing

基于新一代信息通信技术与先进制造技术深度融合，贯穿于设计、生产、管理、服务等制造活动的各个环节，具有自感知、自学习、自决策、自执行、自适应等功能新型生产方式。

[GB/T 38668—2020, 3.1]

3.2

新一代信息技术 new generation of information technology

包含下一代通信网络、物联网、三网融合、新型平板显示、高性能集成电路和以云计算为代表的高端软件。

3.3

使能技术 enabling technology

一项或一系列的应用面广，具有多学科特性为完成任务而实现目标的技术。

3.4

知识体系 body of knowledge

根据应用需求，按照一定规则形成的、具有互相关系构成的知识集合。

[来源：GB/T 38377—2019, 2.12]

4 智能制造知识体系构建

4.1 知识体系构建基础

自 2015 年起，工业和信息化部、国家标准化管理委员会先后组织制定并发布了《国家智能制造标准体系建设指南（2015 年版）》（工信部联装〔2015〕485 号）和《国家智能制造标准体系建设指南（2018 年版）》（工信部联科〔2018〕154 号），加强国家智能制造标准化工作顶层设计，指导智能制造标准研制工作有序推进。为贯彻落实《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》关于完善智能制造标准体系的部署要求，在智能制造标准化参考模型的指导下，结合知识特点从智能制造使能技术、产品周期、生产模式三个维度构建了本知识体系。

注：智能制造的发展见附录 A。

4.2 知识体系构建原则

智能制造领域存在许多知识源，构建智能制造知识体系需要从不同维度进行梳理，建立基于理论、技术、应用的知识源的集合。智能制造知识体系的构建原则主要包括：

- a) 科学性：在智能制造理论的指导下，采用科学的思维方法构建智能制造知识体系；
- b) 全面性：尽可能全面和综合地考虑智能制造知识体系涉及的知识域、知识单元和知识元，从理论、技术、应用多维度的呈现；
- c) 实用性：通过对知识体系的客观呈现，务实的帮助智能制造知识学习与应用。

4.3 知识体系构建方法

智能制造知识体系按照使能技术、产品周期、生产模式三个知识域，四个层级进行构建，每个知识域下设相关知识单元域。

5 智能制造知识体系框架

智能制造知识体系框架如图 1 所示。

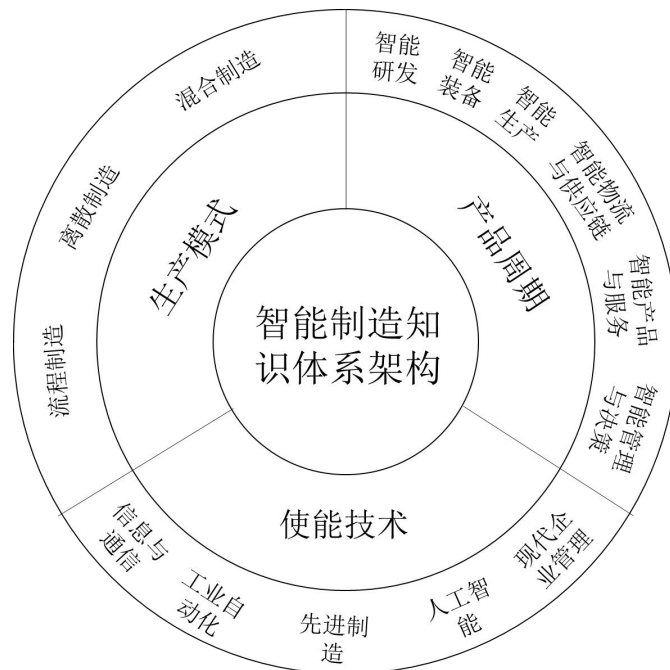


图 1 智能制造知识体系框架

6 智能制造知识体系描述

智能制造知识体系三级类目见表 1，完整的知识体系（包括四级）参见附录 B。

表 1 智能制造知识体系描述

一级	二级	三级	缩略语
使能技术	信息与通信技术	工业互联网	
		工业大数据	
		工业软件	
		工业安全	
		边缘计算	
		云计算	
		数字孪生	
		区块链	
		AR/VR/MR	AR:增强现实(Augmented Reality); MR:混合现实(Mixed Reality); VR:虚拟现实(Virtual Reality)
		其他	
	工业自动化技术	传感器	
		变频器	
		伺服驱动	
		运动控制	
		嵌入式系统	
		工业控制系统	
		人机界面	
		工控机	
		仪器仪表	
		工业通信网络	
		其他	
	先进制造技术	精密测量技术	
		精密加工技术	
		增材制造技术	
		微纳制造技术	
		高速加工技术	
		绿色制造技术	
		新材料技术	
		先进制造工艺	
		其他	
	人工智能技术	自然语言处理	
		智能语音	
		计算机视觉	

一级	二级	三级	缩略语
		生物特征识别	
		人机交互	
		机器学习	
		知识图谱	
		智能芯片	
		其他	
	现代企业管理	精益生产	
		全面质量管理	
		六西格玛管理	
		设计方法学	
产品周期	智能研发	数字化设计与制造	
		数字化样机	
		拓扑优化	
		创成式设计	
		DFX（面向产品生命周期各环节的设计）	DFX:面向产品生命周期各环节的设计（Design for X）
		基于模型定义/基于模型的企业（MBD/MBE）	MBD:基于模型的定义（Model Based Definition）； MBE: 基于模型的企业（Model Based Enterprise）
		其他	
	智能装备	智能生产设备	
		智能检测装备	
		智能物流装备	
其他			
智能生产 （工厂/车间/产线）	产线规划设计与仿真		
	设备 OEE	OEE:设备综合效率（Overall Equipment Effectiveness）	
	设备故障预测		
	设备互联		
	柔性制造单元/产线		
	生产计划与执行		
	生产监控与可视化		
	制造工艺分析与优化		
	其他		
智能物流与供应链	智能物流		
	智能供应链		
	其他		
智能产品与服务	智能互联产品		

一级	二级	三级	缩略语	
		软件定义产品		
		大规模个性化定制		
		智能运维服务		
		网络化协同制造		
		其他		
	智能管理与决策	人力资源管理		
		质量管理		
		业务流程管理		
		销售管理		
		项目管理		
		财务管理		
		企业资产管理		
		能源管理		
		企业绩效管理		
		商业智能		
	其他			
	生产模式	流程制造	配方管理	
			工艺优化	
			过程管控	
资源配置优化				
节能减排				
绿色制造				
安全生产				
质量追溯				
其他				
离散制造		数字化设计		
		工艺优化		
		生产节拍		
		物料齐套		
		供应链协同		
		柔性制造		
		其他		
混合制造		工艺优化		
		过程控制		
		物料齐套		
		柔性制造		
		其他		

附件 A
(资料性)
智能制造的发展

关于智能制造的研究经历了三个阶段：

20 世纪 80 年代，智能制造概念正式提出，1998 年美国赖特（Paul Kenneth Wright）和伯恩（David Alan Bourne）正式出版了智能制造研究领域的首本专著《制造智能》（Smart Manufacturing），就智能制造的内涵与前景进行了系统描述。

20 世纪 90 年代，智能制造概念提出不久后，欧、美、日等工业化发达国家围绕智能制造技术（IMT）与智能制造系统（IMS）开展国际合作研究。期间，智能制造技术、智能制造系统提出。

21 世纪以来，随着物联网、大数据、云计算等新一代信息技术的快速发展及应用，智能制造被赋予了新的内涵，即新一代信息技术条件下的智能制造（Smart Manufacturing）。各国提出了各自的创新发展战略。

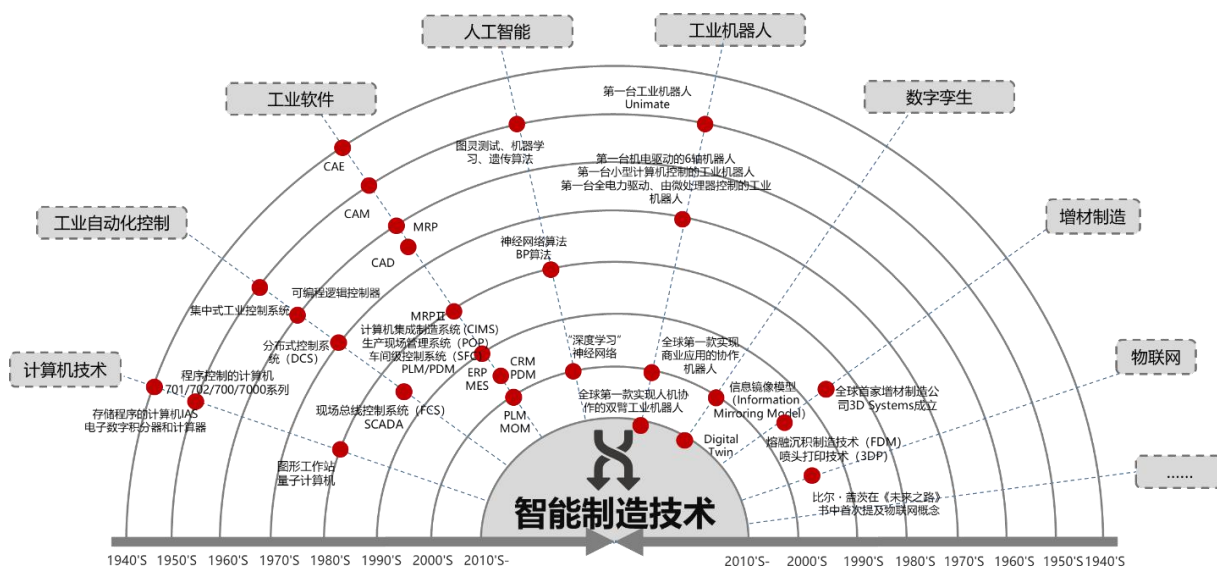


图 A.1 智能制造技术发展

附件 B
(资料性)
智能制造完整知识体系

智能制造完整知识体系见表 B.1。

表 B.1 智能制造完整知识体系

一级	二级	三级	四级	说明	缩略语
使 能 技 术	信 息 与 通 信 技 术	工 业 互 联 网	基础网络体系	包括但不限于 5G、IPv6、物联网、窄带物联网、软件定义网络、工业 PON、现场总线、工业以太网、时间敏感网络、标识解析、IaaS 技术等	5G: 第五代移动通信技术 (5th Generation Mobile Communication Technology) ; IPv6: 互联网协议第六版本 (Internet Protocol Version 6) ; PON: 无源光网络 (Passive Optical Network) ; IaaS: 基础设施即服务 (infrastructure as a Service)
			工业互联网平台	包括但不限于 PaaS、微服务技术、微服务组件库、数据建模和分析技术、数据管理技术、应用开发工具等	PaaS: 平台即服务 (Platform as a Service)
			工业互联网应用	包括但不限于工业软件、工业 SaaS、工业 APP 等	SaaS: 软件即服务 (Software as a Service) ; APP: 应用程序 (Application)
			工业互联网安全	包括但不限于网络安全、设备安全、控制安全、云安全、数据安全、应用安全等	
			其他		

一级	二级	三级	四级	说明	缩略语
		工业大数据	数据采集	包括但不限于结构化数据采集与治理、非结构化数据采集与治理、工业时序数据采集与治理、数据抽取/转换/加载（ETL）等	ETL:抽取、转换、加载（Extract-Transform-Load）
			数据存储与管理	包括但不限于数据模型、数据安全、数据共享、数据仓库、非结构化数据存储、结构化数据存储、时序数据存储等	
			数据分析	包括但不限于流计算技术、并行计算技术、算法库、数据建模等	
			数据服务	包括但不限于数据访问服务、数据分析服务等	
			数据应用	包括但不限于数据可视化、数据应用开发等	
			其他		
		工业软件	产品创新数字化软件	包括但不限于CAD、CAPP、CAE、EDA、CAM、PDM、PLM等	CAD:计算机辅助设计（Computer Aided Design）； CAPP:计算机辅助工艺规划（Computer Aided Process Planning）； CAE:计算机辅助工程（Computer Aided Engineering）； CAM:计算机辅助制造（Computer Aided Manufacturing）； EDA:电子设计自动化（Electronic Design Automation）； PDM:产品数据管理（Product Data Management）； PLM:产品全生命周期管理（Product Lifecycle Management）
			信息管理软件	包括但不限于ERP、MES、APS、CRM、BPM、HCM、劳动力管理、SCM、SRM、WMS、TMS、BI、EAM等	ERP:企业资源计划（Enterprise Resource Planning）； MES:制造执行系统（Manufacturing Execution System）； APS:高级计划与排程（Advanced Planning and

T/CMES XXX—201X

一级	二级	三级	四级	说明	缩略语
					Scheduling) ; CRM: 客户关系管理 (Customer Relationship Management) ; BPM: 业务流程管理 (Business Process Management) ; HCM: 人力资本管理 (Human Capital Management) ; SCM: 供应链管理 (Supply Chain Management) ; SRM: 供应商关系管理 (Supplier Relationship Management) ; WMS: 仓储管理系统 (Warehouse Management System) ; TMS: 运输管理系统 (Transport management system) ; BI: 商业智能 (Business Intelligence) ; EAM: 企业资产管理 (Enterprise Asset Management)
			生产控制软件	包括但不限于 APC、PCS、SCADA、DCS、组态软件、DNC、FCS 等	APC: 先进过程控制 (Advanced Process Control) ; PCS: 过程控制系统 (Process Control System) ; SCADA: 数据采集与监视控制系统 (Supervisory Control And Data Acquisition) ; DCS: 分布式控制系统 (Distributed Control System) ; DNC: 分布式数控 (Distributed Numerical Control) ; FCS: 现场总线控制系统 (Fieldbus Control System)
			其他		
		工业安全	数据安全	通过采取数据防泄漏、数据加密、数据备份恢复等安全策略, 确保包括数据收集安全、数据传输安全、数据存储安全、数据处理安全、数据销毁安全、数据备份恢复安全在内的数据全生命周期各环节的安全	
		工业安全	设备安全	通过采取设备身份鉴别与访问控制、固件安全增强、漏洞修复等安全策略, 确保工厂内生产设备、单点智能装备器件与产品, 以及成套智能终	

一级	二级	三级	四级	说明	缩略语
				端等智能设备的安全	
			控制安全	通过采取控制协议安全机制、控制软件安全加固、指令安全审计、故障保护等安全策略，确保控制软件安全和控制协议安全	
			应用安全	通过采取用户授权和管理、虚拟化安全、代码安全等安全策略，确保平台安全、本地应用安全、云化应用安全等	
			网络安全	通过采取通信和传输保护、边界隔离（防火墙）、网络攻击防护等安全策略，确保工厂外网安全、标识解析安全等	
			其他		
	边缘计算		基础设施	分为边缘计算接入网络、边缘计算内部网络、边缘计算互连网络，包括但不限于 5G、TSN、超级上行、SDN、NFV、网络切片、虚拟机、容器、加速资源等	TSN: 时间敏感型网络 (Time Sensitive Network); SDN: 软件定义网络 (Software Defined Network); NFV: 网络功能虚拟化 (Network Functions Virtualization)
			边缘计算中心	包括但不限于异构计算、边缘管理、边缘安全、边缘计算业务应用等	
			边缘网络	包括但不限于边缘网关、边缘控制器等	
			边缘设备	包括但不限于 AGV、机床、机器人、传感器等	AGV: 自动导航车 (Automated Guided Vehicle)
			其他	包括但不限于云边协同、算力网络、雾计算、移动边缘计算等	
	云计算		云交付	包括 IaaS、PaaS、SaaS	
			云部署	包括但不限于公有云、私有云、混合云、社区云等	
			云技术	包括但不限于云布局、虚拟化与容器技术、负载均衡、SOA、容器、微服务、集群、中间件等	SOA: 面向服务架构 (Service-Oriented Architecture)
			云安全	包括但不限于数据安全、加密、密钥管理、计算可用性等	
			其他	包括但不限于多接入边缘计算 (MEC) 等	MEC: 多接入边缘计算 (Mobile Edge Computing)
	数字孪生		感知系统	包括但不限于全域标识、智能化传感器、多传感器融合技术等	
			网络设施	包括但不限于行业现场网、网络保障技术、资源编排技术、数据流控技	

一级	二级	三级	四级	说明	缩略语
				术等	
			数字孪生建模	包括但不限于模型抽象、模型表达、模型构建、模型运行、物理实体、数字实体、几何模型、信息模型、机理模型等	
			数字仿真技术	包括但不限于虚实共融、实时交互、虚拟现实等	
			其他	包括但不限于 MBD/MBE、BIM 等	MBD:基于模型的定义 (Model Based Definition) ; MBE:基于模型的企业 (Model Based Enterprise) ; BIM: 建筑模型信息化 (Building Information Modeling)
		区块链	密码算法		
			对等网络		
			共识机制		
			智能合约		
			数据存储		
			区块链组网	包括公有链、联盟链、私有链等	
			其他	包括但不限于区块链即服务 (BaaS)、协同治理、可扩展性、互操作性、安全隐私等	BaaS:区块链即服务 (Blockchain as a Service)
		AR/VR/MR	近眼显示	包括但不限于快速响应液晶、激光扫描显示、智能隐形眼镜等	AR:增强现实 (Augmented Reality) ; VR:虚拟现实 (Virtual Reality) ; MR:混合现实 (Mixed Reality)
			渲染计算	包括但不限于云渲染、注视点技术、图像预处理等	
			内容制作	包括但不限于支撑工具、虚拟化身技术、六自由度视频摄制技术等	
			感知交互	包括但不限于追踪定位、沉浸声场、手势追踪、眼球追踪、三维重建、机器视觉、语音识别、虚拟移动、脑机接口等	
			网络传输	包括但不限于编解码、最低时延路径、高宽带低时延、虚拟现实业务 AI	AI:人工智能 (Artificial Intelligence)

一级	二级	三级	四级	说明	缩略语
工业 自动 化技 术				识别、网络分片等	
			其他	包括但不限于环境建模技术、系统集成技术等	
		其他	-		
		传感器	-	包括但不限于物理量传感器、化学量传感器、生物量传感器、光电传感器、压力传感器、位移传感器、视觉传感器、MEMS 传感器、智能化传感器、多功能传感器等	MEMS: 微机电系统 (Micro-Electro-Mechanical System)
		变频器	整流器		
			滤波器		
			逆变器		
			控制系统		
			制动单元	包括但不限于动力制动、回馈制动、再生制动等	
			保护功能	包括但不限于过流保护、过压保护、过载保护、反相保护等	
			其他		
		伺服驱动	伺服驱动器	包括但不限于液压驱动、气压驱动、电气驱动等	
			执行机构	包括但不限于步进电机、直流伺服电机、交流伺服电机、液压泵、气缸等	
			反馈传感器	包括但不限于光电编码器、旋转变压器、霍尔效应设备等	
			其他	包括但不限于驱控一体化、机电一体化等	
		运动控制	运动控制器	包括但不限于标量控制、矢量控制、转矩控制、模糊控制、自适应控制等	
			伺服驱动器	包括但不限于液压驱动、气压驱动、电气驱动等	
			执行机构	包括但不限于步进电机、直流伺服电机、交流伺服电机、液压泵、气缸等	
			反馈传感器	包括但不限于光电编码器、旋转变压器、霍尔效应设备等	

T/CMES XXX—201X

一级	二级	三级	四级	说明	缩略语
			负载	包括但不限于机械臂、机床等	
			其他		
		嵌入式系统	微处理器		
			存储器		
			通用设备接口和 I/O 接口		
			设备驱动程序		
			操作系统		
			应用软件		
			其他		
		工业控制系统	-	包括但不限于可编程逻辑控制器（PLC）、远程终端单元（RTU）、分散处理单元（DPU）、数据传输单元（DTU）、分散控制系统（DCS）、现场总线控制系统（FCS）、数据采集与监视控制系统（SCADA）等	PLC: 可编程逻辑控制器（Programmable Logic Controller）； RTU: 远程终端单元（Remote Terminal Unit）； DPU: 分散处理单元（Distributed Processing Unit）； DTU: 数据传输单元（Data Transfer unit）
		人机界面	人机接口		
			触控面板		
			组件技术		
			工程文件		
			其他		
		工控机	-	包括但不限于 PC 总线工业电脑、可编程控制系统（PLC）、分散型控制系统（DCS）、现场总线系统（FCS）、数控系统（CNC）等	CNC: 计算机数字控制机床 (Computer numerical control)
		仪器仪表	-	包括但不限于检测和记录仪表、流量与物位仪表、温度与压力仪表、执行器和调节仪表、自动控制与遥控装置等	

一级	二级	三级	四级	说明	缩略语	
	工业通信网络	现场总线		包括但不限于 Profibus、Modbus、DeviceNET、CANOpen、CC-Link、AS-I、Interbus、ControlNet 等		
		工业以太网		包括但不限于 Profinet、Ethernet/IP、EtherCAT、Modbus TCP 等		
		工业无线技术		包括但不限于 Bluetooth/LE、LoRA、Wi-Fi、WirelessHART、ZigBee、NB-IoT 等		
		其他				
	其他	-				
	先进制造技术	精密测量技术	工业测量方法		包括但不限于接触式测量、非接触式测量等	
			智能测量装备		包括但不限于三坐标测量机、关节臂测量机、激光跟踪仪、光学三维测量设备、在机测量设备、复合式影像测量机、机床高精度校准补偿设备、间隙轮廓表面测量设备等	
			其他			
		精密加工技术	-		包括但不限于砂带磨削、超精细切削、精细磨削、研磨、超精研抛技术、磁粒光整等	
		增材制造技术	三维设计			
			原材料制备		包括但不限于机械粉碎法、旋转电机法、雾化法等	
	成形工艺			包括但不限于选择性激光烧结技术 (SLS)、选择性激光熔化技术 (SLM)、电子束熔化技术 (EBM)、光固化成型技术 (SLA)、熔融沉积成型 (FDM)、连续液态界面制造 (CLIP)、叠层实体制造 (LOM)、激光近净成形 (LENS)、数字光处理 (DLP)、聚合物喷射 (PolyJet)、三维打印技术 (3DP)、立体喷涂、气溶胶打印技术 (Aerosolprinting)、细胞 3D 打印等	3D: 三维 (3-dimension) ; SLS: 选择性激光烧结技术 (Selected Laser Sintering) ; SLM: 选择性激光熔化技术 (Selected Laser Melting); EBM: 电子束熔化技术 (Electron Beam Melting) ; SLA: 光 固 化 成 型 技 术 (Stereo lithography Appearance) ; FDM: 熔融沉积成型 (Fused Deposition Modelling) ;	

T/CMES XXX—201X

一级	二级	三级	四级	说明	缩略语
					LOM: 叠层实体制造 (Laminated Object Manufacturing); LENS: 激光近净成形 (Laser Engineered Net Shaping); DLP: 数字光处理 (Digital Light Procession)
			支撑技术		
			其他	包括但不限于 3D 打印、3D 打印机、轻量化制造、一体化制造、组合制造等	
		微纳制造技术	-	包括但不限于光刻技术、LIGA 技术、封装技术、纳米压印技术、刻划技术、原子操纵技术、机械微加工、激光微加工、电火花微加工、电铸微加工、模型加工等	LIGA:LI(Lithographie 意即深度 X 射线刻蚀),G(Gulvanik 意即电铸成型),A(Abformung 意即塑料铸模)
		高速加工技术	-	包括但不限于刀具设计制造技术、高速主轴系统、高速进给系统、高度 CNC 控制系统、高速刀柄系统、高速切削加工、高速机床结构设计等	
		绿色制造技术	绿色设计	包括但不限于面向清洁制造设计、面向清洁材料设计、面向可拆卸设计、面向可回收设计等	
	清洁生产		包括但不限于清洁生产制造技术、绿色加工工艺、废物最小化制造、生产过程无害化等		
	绿色再制造		包括但不限于快速成形技术、先进表面技术、修复热处理技术、自愈合生产技术等		
	绿色包装技术				
	绿色管理体系				
		其他			
		新材料技术	-	包括但不限于新型金属材料、高分子合成材料、新型无机非金属材料、复合材料、光电子材料、纳米材料、生物材料等	

一级	二级	三级	四级	说明	缩略语
人工智能技术		先进制造工艺	-	包括但不限于精密与超精密加工技术、微细加工技术、微细切削技术、生物制造技术、高速加工技术、快速成型技术、特种加工技术等	
		其他	-		
	自然语言处理	语言信息提取	包括但不限于光学字符识别、词干提取、词向量化、词性标注及描述等		
		文本处理	包括但不限于智能分词、语法分析、句法分析、词法分析、内容相关度分析等		
		语义处理	包括但不限于智能语义库、语义数据、语义接口、语义标签等		
		其他			
	智能语音	语音处理	包括但不限于语音采集、语音语料库、语音增强、声源定位、语音解码编码等		
		语音识别	包括但不限于语音语种识别、语音转写、远场语音识别等		
		语音合成	包括但不限于在线语音合成、离线语音合成等		
		语音接口	包括但不限于语音数据云接口、本地接口等		
		其他			
	计算机视觉	数据与模型	包括但不限于视觉数据库、数据描述、数据格式、形状及空间建模等		
		图像识别与处理	包括但不限于图像识别、图像语义处理、图像合成鉴别等		
		其他			
	生物特征识别	生理特征识别	包括但不限于指纹识别、人脸识别、虹膜识别、声纹识别等		
		行为特征识别	包括但不限于步态识别、击键识别等		
		其他			
	人机交互	智能感知	包括但不限于眼动跟踪、三维输入等		
		动态识别	包括但不限于表情识别、手势识别、手写识别等		
		多模交互	包括但不限于语音交互、体感交互、情感交互、脑机交互等		
		其他			

T/CMES XXX—201X

一级	二级	三级	四级	说明	缩略语	
		机器学习	机器学习模型和算法	包括但不限于监督学习、无监督学习、半监督学习、集成学习、深度学习、强化学习等		
			训练数据			
			知识库			
			其他			
		知识图谱	知识自动获取			
			知识建模与表达			
			语义计算			
			知识演化			
			其他			
		智能芯片	加速芯片	包括但不限于 GPU、FPGA、TPU、ASIC 等	GPU: 图形处理器 (Graphics Processing Unit) ; FPGA: 现场可编程逻辑门阵列 (Field Programmable Gate Array) ; TPU: 张量处理器 (Tensor Processor Unit) ; ASIC: 专用集成电路 (Application Specific Integrated Circuit)	
			其他			
		其他	-			
		现代企业管理	精益生产	-	包括但不限于 5S/6S、准时化生产、现场改善、全员生产维护、准时化生产、均衡化生产、全员生产维护、并行工程等	5S: 整理 (SEIRI)、整顿 (SEITON)、清扫 (SEISO)、清洁 (SEIKETSU)、素养 (SHITSUKE) ; 6S: 整理 (SEIRI)、整顿 (SEITON)、清扫 (SEISO)、清洁 (SEIKETSU)、素养 (SHITSUKE)、安全 (SAFETY)
			全面质量管理	-	包括但不限于 PDCA 循环、质量控制、质量改进、质量成本、质量体系、质量策划等	PDCA: 计划 (Plan)、执行 (Do)、检查 (Check)、修正 (Act)

一级	二级	三级	四级	说明	缩略语
		六西格玛管理	-		
		设计方法学	-	包括但不限于模块化设计、并行设计、虚拟设计、协同设计、绿色设计、可靠性设计、优化设计等	
		其他	-		
产品周期	智能研发	数字化设计与制造	数字化建模		
			数字化样机		
			数字化加工仿真		
			数字化装配		
			数字化控制		
			其他	包括但不限于数字化设计、数字化制造、逆向工程、CAD、CAE、CAM、CAPP、PDM、PLM 等	
		数字化样机	虚拟样机		
			机械系统运动学		
			动力学仿真		
			数字化建模		
			其他		
		拓扑优化	连续体拓扑优化		
			离散结构拓扑优化		
			其他		
		创成式设计	创成式算法		
			基于模型的系统工程 (MBSE)		MBSE: 基于模型的系统工程 (Model-Based Systems Engineering)
			优化技术		
			其他		

T/CMES XXX—201X

一级	二级	三级	四级	说明	缩略语
		DFX（面向产品生命周期各环节的设计）	可制造性设计（DFM）		DFX:面向产品生命周期各环节的设计（Design for X）； DFM:可制造性设计（Design for manufacturability）
			可装配性设计（DFA）		DFA:可装配性设计（Design For Assembly）
			可靠性设计（DFR）		DFR:可靠性设计（Design For Reliability）
			可服务性设计（DFS）		DFS:可服务性设计（Design for Serviceability）
			可测试性设计（DFT）		DFT:可测试性设计（Design for Testability）
			面向环保的设计（DFE）		DFE:面向环保设计（Design for Environment）
			其他		
		基于模型定义/基于模型的企业（MBD/MBE）	三维数字化模型		
			基于模型的工程（MBe）		MBe: 基于模型的工程（Model Based Engineering）； MBm: 基于模型的制造（Model Based Manufacturing）； MBs: 基于模型的维护（Model Based Sustainment）
			基于模型的制造（MBm）		
			基于模型的维护（MBs）		
			产品模型		
			过程模型		
			其他	包括但不限于设计制造一体化、产品模块化技术、面向 MBE 的管理技术、多学科协同建模技术、基于模型的 SOA 技术等	

一级	二级	三级	四级	说明	缩略语
		其他	-		
	智能装备	智能生产设备	-	包括但不限于数控机床、增材制造设备、工业机器人等	
		智能检测装备	-	包括但不限于自动线宽测量仪、在线检孔机、全自动缺陷检测设备等	
		智能物流装备	智能仓储设备	包括但不限于自动化立体仓库、移动货柜、堆垛机等	
			智能拣选设备	包括但不限于智能夹具、智能分拣机等	
			智能输送设备	包括但不限于自动导引小车、无人叉车、智能叉车、有轨穿梭车、移动式协作机器人等	
		其他	-		
	智能生产 (工厂 / 车间 / 产线)	产线规划设计与仿真	三维数字模型		
			数字化工艺规划		
			产线规划设计		
			产线仿真验证		
			虚拟调试		
			其他		
		设备 OEE	-		OEE: 设备综合效率 (Overall Equipment Effectiveness)
		设备故障预测	设备数据采集		
			故障预测模型		
			预测性维护		
			其他	包括但不限于备品备件管理、关键设备、瓶颈设备等	
		设备互联	设备联网		
			设备控制系统		
			设备数据采集与监	包括但不限于 SCADA 等	

T/CMES XXX—201X

一级	二级	三级	四级	说明	缩略语	
			视控制			
			其他			
		柔性制造单元/ 产线	智能产线规划			
			柔性制造系统			
			柔性制造单元			
			其他			
		生产计划与执行	生产计划排程	包括 APS		
			生产过程管控	包括但不限于 MES、MOM 等	MOM: 制造运营管理 (Manufacturing Operation Management)	
			其他			
		生产监控与可视化	生产数据采集与监视控制	包括但不限于 SCADA 等		
			生产可视化	包括但不限于生产看板、可视化大屏、安灯等		
			其他			
		制造工艺分析与优化	工艺仿真			
			工艺优化			
			其他			
		其他	-			
		智能物流与供应链	智能物流	智能仓储设备	包括但不限于自动化立体仓库、移动货柜、堆垛机等	
				智能拣选设备	包括但不限于智能夹具、智能分拣机等	
	智能输送设备			包括但不限于自动导引小车、无人叉车、智能叉车、有轨穿梭车、移动式协作机器人等		
	智能物流系统			包括但不限于 WMS、TMS、WCS 等	WCS: 仓库控制系统 (Warehouse Control System)	
	智能物流标签			包括但不限于二维码、条形码、RFID 等	RFID: 射频识别技术 (Radio Frequency	

一级	二级	三级	四级	说明	缩略语		
					Identification)		
		其他		包括但不限于智能物流按钮 (iButton)、智能周转箱技术 (inBin)、语音拣选、灯光拣选等			
		智能供应链	供应链协同计划与优化				
			供应链可视化		包括但不限于 EDI、条码技术、RFID、电子商务等	EDI:电子数据交换 (Electronic Data Interchange)	
			其他				
	其他	-					
	智能产品与服务	智能互联产品	-		包括但不限于智能手机、智能可穿戴设备、智能汽车、智能数控机床等		
		软件定义产品	-		包含但不限于软件定义汽车、软件定义存储等		
		大规模个性化定制	柔性制造技术				
			模块化设计				
			大批量生产				
			个性化需求				
			其他		包括但不限于按订单销售、按订单装配、按订单制造、按订单设计等		
		智能运维服务	设备远程监测				
			设备故障诊断				
			设备性能预测				
			预测性维修				
			其他		包括但不限于备品备件管理、知识库、故障预警等		
		网络化协同制造	设计协同				
			供应链协同				
生产协同							
服务协同							

T/CMES XXX—201X

一级	二级	三级	四级	说明	缩略语
			其他		
		其他	-		
	智能 管理 与决 策	人力资源管理	-	包括但不限于绩效管理、薪酬管理、劳动力管理、人力资源管理系统 HRM 等	HRM:人力资源管理 (Human Resource Management)
		质量管理	-	包括但不限于质量控制、质量管理、质量检验、统计质量控制、质量问题分析、质量管理体系、质量管理体系 QMS、统计过程控制 SPC 等	QMS:质量管理体系 (Quality Management System) ; SPC: 统计过程控制 (Statistical Process Control)
		业务流程管理	-	包括但不限于业务流程建模、业务流程设计、业务流程执行、业务流程优化、业务流程管理系统 BPM 等	
		销售管理	-	包括但不限于渠道管理、项目管理、合同管理、客户管理、报价管理、销售机会管理、销售订单管理、客户管理系统 CRM 等	
		项目管理	-	包括但不限于项目范围管理、项目时间管理、项目成本管理、项目质量管理、项目人力资源管理、项目沟通管理、项目风险管理、项目采购管理、项目集成管理等	
		财务管理	-	包括但不限于财务报表、记账、核算、财务分析、运营资金管理、投资管理、筹资管理、利润分配管理等	
		企业资产管理	-	包括但不限于设备管理、设备采购、预防性维护、维修计划及排程、工单管理、备品备件管理、维修成本核算、资产管理系统 EAM 等	
		能源管理	-	包括但不限于能源监控、能源统计、能源分析、能源平衡与优化、能源管理系统 EMS 等	EMS: 能源管理系统 (Energy Management System)
		企业绩效管理	-	包括但不限于绩效规划、过程管理、分析评估、激励改善等	
		商业智能	-	包括但不限于数据仓库、数据获取、联机分析处理、数据挖掘、数据可视化等	
		其他	-		
生	流程	配方管理	—		

一级	二级	三级	四级	说明	缩略语
产 模 式	制造	工艺优化	—		
		过程管控	—		
		资源配置优化	—		
		节能减排	—		
		绿色制造	—		
		安全生产	—		
		质量追溯	—		
		其他	—		
	离散 制造	数字化设计	—		
		工艺优化	—		
		生产节拍	—		
		物料齐套	—		
		供应链协同	—		
		柔性制造	—		
		其他	—		
	混合 制造	工艺优化	—		
		过程控制	—		
		物料齐套	—		
		柔性制造	—		
		其他	—		

参考文献

- [1] GB/T 1.1-2020 标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则
 - [2] GB/T 40647-2021 智能制造 系统架构
 - [3] 国家智能制造标准体系建设指南（2018年版）
 - [4] 工业互联网产业联盟.工业大数据技术架构白皮书,2018
 - [5] 工业互联网联盟.工业互联网体系架构（版本2.0）,2020
 - [6] 中国电子技术标准化研究院等.工业大数据白皮书（2019版）,2019
 - [7] 国家工业信息安全发展研究中心等.中国工业信息安全产业发展白皮书(2018-2019),2019
 - [8] e-works.智能制造应用白皮书（2018）,2018
 - [9] 黄培.智能制造实践指南.北京：清华大学出版社,2021
 - [10] 边缘计算产业联盟（ECC）与工业互联网产业联盟（AII）.边缘计算参考架构2.0(2017年),2017
 - [11]中国电子技术标准化研究院.数字孪生应用白皮书（2020版）,2020
 - [12] 刘强.智能制造理论体系架构研究[J].中国机械工程，2020(31):24-36
 - [13]中国电子技术标准化研究院.人工智能标准化白皮书（2018）,2018
 - [14]中国电子技术标准化研究院.人工智能标准化白皮书（2021）,2021
-