

附件 1

智能制造能力成熟度评价标准

序号	要求维度	分级	描述	备注
1	采用自动化集成技术实现设备层数据打通	一级	企业初步形成系统集成的需求分析。	
		二级	a. 企业初步规划整体系统集成架构, 规划应包括网络、硬件、软件界面等部分集成; b. 企业初步实现了关键业务领域设备、系统间的集成。	
		三级	企业实现了现有业务领域设备、系统间的集成。	
		四级	企业具有完整的系统集成架构, 并形成了设备与设备间、系统与系统间、设备与系统间的横向、纵向、端到端集成的技术方案。	
		五级	企业建立了统一的集成架构, 应用企业服务总线(ESB)和操作数据存储系统(ODS), 实现设备与控制系统、设备与设备、设备与管理系统的集成。	
2	生产作业数字化	一级	具备自动化和数字化的设备及生产线, 具备现场控制系统。	
		二级	a. 能够采用信息化技术手段将各类工艺、作业指导书等电子文件下发到生产单元; b. 实现对人员、机器、物料等多项资源的数据采集。	
		三级	a. 能够实现资源管理、工艺路线、生产作业、仓储配送等的业务集成; b. 采集生产过程实时数据信息并存储, 能够提供实时更新的制造过程的分析结果并将其可视化。	
		四级	能够通过生产过程数据、产量、质量等数据进行建模分析, 来优化生产工艺。	
		五级	能够通过监控整个生产作业过程, 自动预警或修正生产中的异常, 提高生产效率和质量。	

3	产线智能优化	一级	具备简单的产线数字化模型及关键参数，能够在规划阶段通过合理的仿真实验获取关键参数优化方案，关键参数包括但不限于工艺流程、产线布局、设备关键性能参数和设备调度控制策略等。	
		二级	具备简单的产线数字化模型及关键参数，能够结合 SAP 优化生产计划，通过仿真协同优化全寿命周期产线关键参数，关键参数包括但不限于工艺流程、产线布局、设备关键性能参数和设备调度控制策略等。	
		三级	具备完整产线数字化模型及参数，能够通过仿真以及人工智能算法协同优化产线全寿命周期关键参数，关键参数包括但不限于工艺流程、产线布局、设备关键性能参数和设备调度控制策略等。	
		四级	具备完整产线数字化模型及参数，能够通过对设备状态和产线物流的在线监控和数据采集，定期自动更新产线模型及参数，并基于仿真及人工智能算法对产线布局、排产调度、物流等进行协同优化。	
		五级	具备完整的物联平台以及能够进行数据采集、数据管理的信息系统平台，采用数字孪生技术，实现基于人工智能算法的数字化产线全局实时在线优化。	
4	通过工业视觉、传感、自动化等技术，提升自动化水平，降本增效	一级	应用二维码、条形码、RFID 等技术，实现数据采集。	
		二级	应使用传感技术，实现制造关键环节数据的自动采集。	
		三级	传感技术、工业视觉与自动化技术相结合，实现生产环节的闭环自动控制。	
		四级	多感知传感（含工业视觉、力传感等）与机器人集成、质量检测与控制用传感技术系统，传感和自动化技术不仅是使用传感器和控制硬件，更要侧重于传感系统或传感技术与控制系统的融合。	

		五级	使用智能传感技术，用智能算法自动优化和修正传感器的参数，并对传感数据进行自动的预处理和应用。	
5	综合使用 CNC、工业机器人、AGV 等自动化设备显著提升产能瓶颈	一级	企业在关键工序开始使用数字化装备。	
		二级	企业在关键工序全面使用数控装备。	
		三级	a. 设备应具备标准通讯接口(如 RJ45、RS232、RS485 等), 并支持主流通讯协议(如: OPC/OPC UA、IODBUS、PROFIBIS 等); b. 应用数字化设备(AGV、桁车等)或配送人员和信息系统集成实施关键件及时配送。	
		四级	自动化设备、数控装备等应具备无纸化作业、在线加工、模拟加工、图形化编程等人机交互。	
		五级	设备数据模型、机理模型应支持自适应和定制化功能，实现工业知识沉淀。	
6	综合使用 PLC、SCADA 或 DCS 等软硬件结合的方式，提升产能	一级	企业在关键工序使用 PLC 控制器等设备。	
		二级	企业在多数工序使用 PLC 控制器等设备，并有 SCADA 系统或 DCS 软件系统对设备进行实时监控。	
		三级	企业在 SCADA 或 DCS 软件中设置了合并逻辑或触发条件，使用这些虚拟控制信号与 PLC 等硬件设备可以形成联动控制。	
		四级	对于标准 SCADA 或 DCS 软件所难以连接的设备，企业通过拓展集成的方式实现所有可连接设备都能够把数据集成到一起。	
		五级	企业能够对 PLC 等设备与 SCADA 或 DCS 形成的控制系统实现动态控制策略，根据控制策略的等级自动区分是否需要请求人工干预、是否优化策略、是否适用静态控制策略等。	
7	使用特种机器人进行危险工序的生产或危险源处理，减少安全隐患	一级	企业在关键危险工序开始使用数字化装备。	
		二级	企业在危险工序全面使用数控装备。	
		三级	a. 企业建立应急事故处理措施; b. 在需要人机协同工作的场景下使用协作机器人。	

		四级	企业对危险工序应建立专门的监控平台，用于危险事件的记录和数据共享。	
		五级	企业的特种设备或平台能够对危险进行识别并完成自动预警等功能。	
8	生产信息和业务流程整合	一级	a. 开始对智能制造进行规划； b. 部分核心业务有信息化基础。	
		二级	a. 核心业务重要环节实现了标准化和数字化； b. 单一业务内部开始实现数据共享。	
		三级	a. 核心业务间实现了集成； b. 数据在工厂范围内可共享。	
		四级	能够对数据进行挖掘，实现了对知识、模型等的应用，并能反馈优化核心业务流程，体现了人工智能。	
		五级	实现了预测、预警、自适应，整合产业链上下游的产业模型。	
9	数字化仓储物流设计	一级	基于计算机信息管理系统对原材料/中间件/成品等物流过程进行基本信息追踪。	
		二级	a. 能够利用 RFID/二维码/标签等技术实现对原材料、中间件、成品等的数字化标识，并能基于识别技术实现自动或半自动出入库信息采集； b. 建立仓储参数化设计模型，基于模型构建对仓库吞吐量，周转率，响应时间等关键要素的仿真事前验证及迭代优化。	
		三级	a. 能够通过信息系统实现仓储管理与生产计划、制造执行以及订单管理等上下游业务的集成； b. 能够通过信息系统实现出入库和运输过程的信息整合，实现多式联运，物流信息能够推送给客户。	
		四级	a. 基于整合的供应链模型，构建对仓库库存控制，安全库存设定，补货策略等关键要素的仿真事中控制及迭代优化； b. 能够基于生产线实际生产情况拉动物料配送实现订单精益管理，能够基于客户和产品需求调整目标库存水平。	

		五级	a. 利用 AGV 等技术实现仓库内部自动运输、利用 AS/RS 实现仓库内部自动存储, 基于智能化技术实现仓库内部过程自动化及可视化监控; b. 基于建立全供应链仓库仿真模型, 分析参数关系, 结合仓库自动化技术实现库存实时最优控制, 库位即时分配及仓库系统表现评估。	
10	数字化产品设计	一级	基于设计经验开展计算机辅助二维设计, 并制定产品设计相关标准规范。	
		二级	实现计算机辅助三维设计及产品设计内部的协同。	
		三级	a. 构建集成产品设计信息的三维模型, 进行关键环节的设计仿真优化; b. 实现产品设计与工艺设计的并行协同。	
		四级	基于知识库来实现设计工艺制造全维度仿真与优化, 使产品设计能满足制造、检验、运维阶段的要求。	
		五级	建立产品的数字孪生, 充分利用产品全生命周期的数据, 使用数字孪生对产品进行迭代优化。	
11	数字化生产和工艺设计	一级	能够基于二维产品设计方案, 开展、实现计算机辅助工艺设计, 包括但不限于工艺流程规划等。	
		二级	能够实现基于模型的工艺规划方案关键环节仿真以及工艺设计内部协同, 协同内容包括但不限于工艺资源与生产对象的关联以及对工装设计过程和方案的管理。	
		三级	能够承接产品设计 EBOM、三维产品模型数据, 全面开展计算机辅助三维工艺设计及仿真优化, 实现工艺设计与产品设计间的信息交互、并行协同。	
		四级	具备工艺知识库, 实现基于工艺知识库的工艺设计与仿真, 并能够开展工艺设计与制造间的协同。	

		五级	能够基于知识库辅助工艺创新推理及在线自主优化,实现多领域、多区域、跨平台的全面协同,提供即时工艺设计服务。	
12	计划与排程	一级	实现主生产计划的管理,可以从销售订单和市场预测等信息生成主生产计划及调度方案。	
		二级	实现物料需求计划的运算,运算结果生成的生产计划以及采购计划仍是无限产能计划,需人工参与调整和调度。	
		三级	基于安全库存、采购提前期、生产提前期等要素实现物料需求运算,自动生成生产计划、采购计划。	
		四级	实现生产资源计划运算,全面进行产能负荷分析与详细能力计划的平衡,生产计划颗粒度到天。	
		五级	基于生产调度算法,基于约束条件(工艺顺序、加工资源、工作时间等)建立的标准工时数据库等,实现高级排产与调度。	
13	产品服务	一级	设立产品服务部门,通过信息化手段管理产品运维信息,并把客户服务信息反馈给相关部门,指导产品过程提升。	
		二级	具有规范的产品服务制度,通过信息系统进行产品服务管理,并把产品服务信息反馈给相关部门,指导产品过程提升。	
		三级	产品具有存储、网络通信等功能,建立产品故障知识库,可通过网络和远程工具提供产品服务,并把产品故障分析结果反馈给相关部门,持续改进老产品的设计生产,并为新产品设计生产提供基础。	
		四级	产品具有数据采集、通信和远程控制等功能,通过远程运维服务平台,提供在线检测、故障预警、预测性维护、运行优化、远程升级等服务,通过与其他系统的集成,把信息反馈给相关部门,持续改进老产品的设计生产,并为新产品设计生产提供基础。	
		五级	通过物联网技术、增强现实/虚拟现实技术和云计算、大数据分析技术,实现智能运维和创新性应用服务。	

14	设备诊断和预测性维护	一级	能够采用信息化手段实现部分设备的日常管理，开始考虑设备的数字化改造。	
		二级	持续进行设备数字化改造，能够采用信息化手段实现设备的状态管理。	
		三级	能够采用设备管理系统实现设备的生命周期管理，能够远程实时监控关键设备。	
		四级	设备数字化改造基本完成，能够实现专家远程对设备进行在线诊断，已建立关键设备运行模型。	
		五级	能够基于知识库、大数据分析对设备开展预测维修。	
15	智能化质量管理	一级	建立质量检验规范，能通过满足要求的计量器具进行检验并形成检验数据。	
		二级	建立质量控制系统，采用信息技术手段辅助质量检验，通过对检验数据的分析、统计实现质量控制图。	
		三级	对质量问题进行关联因素分析和根本原因分析，并给出纠正措施。	
		四级	建立产品质量问题处置知识库，基于知识库自动给出生产过程的纠正措施。	
		五级	通过在线监测的质量数据分析和基于数据模型的预判，自动修复和调校相关的生产参数，保证产品质量的持续稳定。	