ICS 35.240.50
CCS L70

T/CAICI

中 国 通 信 企 业 协 会 团 体 标 准

T/CAICI XXXX—XXXX

企业智能制造水平评估技术标准

Technical standards for evaluating the level of intelligent manufacturing in enterprises

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX－XX－XX 发布　　XXXX－XX－XX 实施

中国通信企业协会　　发 布

目　　次

前　　言 II
1 范围 3
2 规范性引用文件 3
3 术语和定义 3
4 缩略语 4
5 评估总则 5
5.1 评估原则 5
5.2 评估框架 5
5.3 三层递进评估结构 6
5.4 自主运行水平判定 6
5.5 AI 基础能力条件 7
6 效能视角评估 7
6.1 数据决策力 7
6.2 投资成效 8
7 协同视角评估 9
7.1 供应链可视与协同 9
7.2 人机协同度 10
8 适应视角评估 11
8.1 柔性与敏捷度 11
8.2 韧性与连续性 12
9 可持续视角评估 13
9.1 知识数字化 13
9.2 能效与碳管理 14
10 评估方式与流程 15
10.1 评估方式 15
10.2 评估流程 16
10.3 评估结果判定 16
11 评估报告 17
11.1 报告内容 17
11.2 评估结果表 17
11.3 改进路线图 17
12 持续改进 17
12.1 改进策划 18
12.2 改进实施与再评估 18

前　言

本文件按照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》的规定起草。

本文件由中国通信企业协会标准化管理委员会提出并归口。

本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件起草单位：上海邮电设计咨询研究院有限公司、中通服咨询设计研究院有限公司、苏州格物信息技术有限公司、中国通信企业协会通信工程建设分会

本文件主要起草人：叶长青、浦巳怡、徐萌、于萍萍、肖璨、沈建勋、于可非、张颖

本文件为中国通信企业协会首次发布。

企业智能制造水平评估技术标准

1 范围

本文件确立了企业智能制造水平评估的总体框架，规定了评估维度与指标、三层递进评估结构、评估实施流程、评估报告编制以及评估结果应用与持续改进的要求。

本文件适用于各种类型、各种规模的制造业企业开展智能制造水平自我评估，也可为评估诊断机构、咨询服务机构开展企业智能制造水平评估诊断提供技术依据。

2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智能制造 intelligent manufacturing

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，具有自主运行能力，创造、交付产品和服务的新型制造。

3.2

数据决策力 data-driven decision-making capability

企业将采集、集成的数据实际应用于经营管理和生产运营决策，并形成“感知—分析—决策—执行”闭环的实效水平。

3.3

投资成效 investment effectiveness

企业智能化投入所产生的可量化收益与投入之间的对比关系及其可持续程度，包括投资回报、效率提升、质量改善与成本下降等方面。

3.4

供应链可视与协同 supply chain visibility and collaboration

企业与上下游企业之间实现数据互通、状态可视、响应协同的实效水平，包括供应商数据可见度、客户需求响应时效等方面。

3.5

人机协同度 human-machine collaboration degree

企业人员与智能装备、信息系统在实际作业中相互配合的实效水平，包括系统使用率、智能功能启用率、人工智能决策参与度等方面。

3.6

柔性与敏捷度 flexibility and agility

企业面对产品切换、订单变更等变化时快速响应和调整的时效水平，包括换线时间、插单响应时间等方面。

3.7

韧性与连续性 resilience and continuity

企业在遭遇设备故障、网络攻击、供应中断等冲击后维持或快速恢复生产经营的实效水平，包括恢复时间目标、恢复点目标等方面。

3.8

知识数字化 knowledge digitization

企业将分散于人员头脑中的经验、技能和知识转化为数字化形态并在生产经营中沉淀、复用和进化的实效水平。

3.9

自主运行能力 autonomous operation capability

系统具备的自感知、自分析、自决策、自执行、自优化等自主运行能力的统称，用于衡量各业务场景中系统自主运行的程度。

3.10

人工智能应用 artificial intelligence application

利用机器学习、计算机视觉、知识图谱、大模型等技术，使系统具备感知、分析、预测或决策能力的应用形态。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AI：人工智能（Artificial Intelligence）

APS：高级计划与排程（Advanced Planning and Scheduling）

BI：商业智能（Business Intelligence）

ERP：企业资源计划（Enterprise Resource Planning）

IT：信息技术（Information Technology）

MES：制造执行系统（Manufacturing Execution System）

OEE：设备综合效率（Overall Equipment Efficiency）

OT：运营技术（Operational Technology）

PLM：产品生命周期管理（Product Lifecycle Management）

RPO：恢复点目标（Recovery Point Objective）

RTO：恢复时间目标（Recovery Time Objective）

SCADA：数据采集与监视控制系统（Supervisory Control And Data Acquisition）

WMS：仓储管理系统（Warehouse Management System）

5 评估总则

5.1 评估原则

5.1.1 效果导向原则

评估应以企业智能化建设和运行的实际效果为核心，重点关注能力投入使用后产生的真实价值，而非仅关注能力要素是否建成。

5.1.2 全规模适配原则

评估框架应适用于小微、中型、大型等不同规模的制造业企业，通过分层递进的评估结构，使不同基础和阶段的企业均能获得与其现状相匹配的评估结论和改进指引。

5.1.3 口径一致原则

评估指标的名称、计算方法和数据口径应统一明确。量化指标宜参照本文件附录 C 给出的基准水平进行对照，同一企业前后周期的评估应保持口径一致，确保评估结果既能横向对照、又能纵向跟踪。

5.1.4 实用易行原则

评估指标应含义明确、易于理解，所需数据应能通过台账记录、系统日志、人员访谈或现场观察等常规方式获得，使企业能够依靠自身力量完成评估，也可委托外部机构实施。

5.2 评估框架

本标准不评估企业智能化能力要素是否建成，而聚焦能力建成后的实际运行效果。评估框架由效能、协同、适应、可持续四大视角构成：

效能视角，关注投入是否产生了实效，分为数据决策力、投资成效 2 个评估维度；

协同视角，关注能否与内外部高效协作，包括供应链可视与协同、人机协同度 2 个评估维度；

适应视角，关注能否快速应对变化，包括柔性与敏捷度、韧性与连续性 2 个评估维度；

可持续视角，关注能否长期持续发展，包括知识数字化、能效与碳管理 2 个评估维度。

5.3 三层递进评估结构

每个评估维度内部设置三层递进的评估层级：

L1 基础确认层：确认企业是否具备该维度评估的基础条件，回答“有没有”的问题，采用是非判定方式；

L2 应用验证层：验证已建成的能力和系统是否被实际应用，回答“用没用”的问题，采用程度判定方式；

L3 效能评价层：评价能力应用产生的实际效果和价值，回答“好不好用”的问题，采用量化指标评价方式。

三层之间的递进规则如下：

a）某维度 L1 确认项全部为“否”的，该维度不进入 L2 评估，评估结论为“尚不具备评估基础条件”，并给出能力建设指引；

b） 某维度 L1 确认项任一为“是”的，进入 L2 评估；L2 验证项全部不达标的，该维度不进入 L3 评估，评估结论为“有基础但未有效应用”，并给出应用改进建议；

c） 某维度 L2 验证项达到本文件规定要求的，进入 L3 效能评价，按第 6 章至第 9 章规定的指标计算评估得分并确定效能等级。

5.4 自主运行水平判定

自主运行水平是贯穿全部八个维度 L3 效能评价的通用评估维度，用于衡量各维度业务场景中系统自主运行的程度。自主运行能力的含义与判定要求见表 1。

表 1 自主运行环节含义与判定要求

自主运行能力	含义	判定要求
自感知	系统能自动发现异常或变化	异常、故障、需求变化等由系统自动发现，而非依赖人工发现。基于阈值、固定规则触发的，计为自动化达标；基于机器视觉、异常检测模型等人工智能方式识别的，计为智能化达标。
自分析	系统能自动诊断根因	系统发现异常后自动定位和分析原因。基于规则推理、固定排查流程的，计为自动化达标；基于根因分析、知识图谱等人工智能方式分析的，计为智能化达标。
自决策	系统能自动给出方案	系统自动生成处置或优化方案。基于预设规则、流程引擎生成方案的，计为自动化达标；基于机器学习、优化算法、大模型等人工智能方式生成方案的，计为智能化达标。
自执行	系统能自动执行调整	方案生成后系统自动执行调整，如调整参数、切换产线。基于预设逻辑自动执行的，计为自动化达标；模型输出可闭环自动执行并具备自适应调参的，计为智能化达标。
自优化	系统能从结果中学习改进	系统从处置结果中学习并优化后续决策。基于规则修订的，计为自动化达标；模型基于数据持续训练、迭代优化的，计为智能化达标。

每个维度 L3 评估时，应判定该维度业务场景中系统达到自主运行能力的项数，按表 2 确定该维度的运行类型。

判定自主运行项是否达标时，应区分自动化达标与智能化达标：基于阈值、规则引擎、固定流程等实现的，计为自动化达标；基于机器学习、计算机视觉、知识图谱、大模型等人工智能模型实现的，计为智能化达标。各维度 L3 评估中，宜同时报告自主运行达标项总数与其中智能化达标项数；智能化达标项占比越高，表明该维度的智能化程度越高。

表 2　自主运行项数与运行类型

自主运行项数	自主运行类型	描述
0 项	人工管控型	全部依赖人工发现和处置
1～2 项	辅助智能型	部分环节由系统辅助
3 项	半自主型	关键环节由系统初步自主完成
4 项	高度自主型	大部分环节由系统自主完成
5 项	全自主型	全流程由系统自主闭环完成

5.5　AI 基础能力条件

AI 基础能力是企业开展人工智能深度应用的前提条件，包括人才组织、数据资源、算力平台和模型管理四个方面。企业开展 L3 效能评价前，宜对照表 3 核查 AI 基础能力状况；在相应条件不具备的维度，其涉及人工智能的指标项可作观察记录，暂不计入效能等级判定。

表 3　AI 基础能力条件核查表

核查方面	核查要点	判定
人才组织	是否设立数据或人工智能相关岗位、团队，或具备外部技术支撑；是否开展过人工智能应用相关培训	是/部分/否
数据资源	是否具备可供模型训练或推理的结构化业务数据；是否开展过数据清洗、标注等治理工作	是/部分/否
算力平台	是否具备 GPU 算力、云人工智能服务调用能力，或已部署人工智能推理环境	是/部分/否
模型管理	是否有已上线运行的人工智能模型；是否建立模型版本管理与运行效果监测机制	是/部分/否

判定结果分为“是”“部分”“否”，“部分”指已具备但尚不完善。

6　效能视角评估

6.1　数据决策力

数据决策力维度评估企业将数据实际应用于决策，形成“感知－分析－决策－执行”闭环的实效水平。

6.1.1　L1 基础确认

数据决策力维度的 L1 基础确认项见表 4。各项均为是非判定，任一项为“是”即进入 L2 应用验证。

表 4　数据决策力 L1 基础确认项

确认项	判定
企业是否具有数据采集手段（含人工记录、系统采集等）	是/否
企业是否有信息化系统处于运行状态	是/否
企业是否有人定期查看生产或经营数据	是/否

6.1.2　L2 应用验证

数据决策力维度的 L2 应用验证项见表 5。各项按验证要求判定是否达标，达标项数达到一半及以上的进入 L3 效能评价。

表 5　数据决策力 L2 应用验证项

验证项	验证要求
系统用户活跃情况	系统月活跃用户数占应使用岗位人数的比例≥50%（查系统日志）
数据自动采集情况	核心生产数据自动采集比例≥30%（现场核查数据点）
管理层用数情况	管理层每周至少查看 1 次数据报表或看板（访谈+记录抽查）
数据质量责任	关键数据指标有明确的责任人（查制度文件）

6.1.3　L3 效能评价

数据决策力维度的 L3 效能评价指标见表 6。企业应按指标计算方法采集数据并计算指标值，参照附录 C 给出的行业基准值确定各指标等级，并按 5.4 判定自主运行项数。

表 6　数据决策力 L3 效能评价指标

指标名称	计算方法	数据来源
数据决策渗透率	经数据分析支持的决策事项数÷决策事项总数×100%	决策记录、会议纪要
数据采集自动化率	自动采集数据条目数÷应采集数据条目总数×100%	系统日志、数据点台账
决策响应时效	从数据异常检出到决策方案执行完成的端到端平均时间	系统日志、访谈
智能分析覆盖度	已使用 BI 或 AI 分析工具的业务环节数÷核心业务环节总数×100%	系统台账
数据资产化度	是否建立数据资产目录，关键指标跨系统定义是否一致	数据资产清单、访谈

6.2　投资成效

投资成效维度评估企业智能化投入的回报水平，包括投资回报、效率提升、质量改善与成本下降等方面。

6.2.1　L1 基础确认

投资成效维度的 L1 基础确认项见表 7。各项均为是非判定，任一项为“是”即进入 L2 应用验证。

表 7　投资成效 L1 基础确认项

确认项	判定
企业近 3 年是否有智能化相关投入（含设备、软件、服务等）	是/否

确认项	判定
企业是否有智能化投入的记录或台账	是/否
企业是否对智能化投入设定过预期目标	是/否

6.2.2 L2 应用验证

投资成效维度的 L2 应用验证项见表 8。各项按验证要求判定是否达标，达标项数达到一半及以上的进入 L3 效能评价。

表 8 投资成效 L2 应用验证项

验证项	验证要求
投入资产运行状态	投入的设备或系统处于实际运行状态（现场核查）
效果跟踪机制	有关部门或人员负责跟踪智能化投入效果（查职责文件）
可量化改善	能说出至少 1 项投入带来的可量化改善（访谈+数据佐证）

6.2.3 L3 效能评价

投资成效维度的 L3 效能评价指标见表 9。企业应按指标计算方法采集数据并计算指标值，参照附录 C 给出的行业基准值确定各指标等级，并按 5.4 判定自主运行项数。

表 9 投资成效 L3 效能评价指标

指标名称	计算方法	数据来源
投资回报率（ROI）	智能化项目累计收益÷累计投入×100%	财务台账、项目档案
投资回收期	智能化项目累计投入÷年均净收益	财务台账
效率提升量化	OEE 变化、单位时间产能提升率或人均产值增长率	MES/ERP 数据
质量成本改善率	（改善前质量成本－改善后质量成本）÷改善前质量成本×100%	质量系统、财务数据
运营成本下降率	（下降前运营成本－下降后运营成本）÷下降前运营成本×100%	ERP、财务数据
技术敏感度与架构弹性	近 2 年评估过的前沿技术数量；核心系统数据可迁移、供应商可替换的程度	技术评估报告、架构文档
AI 投入占比	人工智能相关投入（含算力、数据、模型、服务）÷智能化总投入×100%	项目台账、合同
一次交验合格率	一次交验合格产品数÷交付产品总数×100%	质量检验记录、MES

7 协同视角评估

7.1 供应链可视与协同

供应链可视与协同维度评估企业与上下游企业之间数据互通、状态可视、响应协同的实效水平，包括供应商数据可见度、客户需求响应时效等。

7.1.1 L1 基础确认

供应链可视与协同维度的 L1 基础确认项见表 10。各项均为是非判定，任一项为“是”即进入 L2 应用验证。

表 10　供应链可视与协同 L1 基础确认项

确认项	判定
企业是否有采购、库存管理记录	是/否
企业是否掌握核心供应商名单	是/否
企业与客户之间是否有订单确认流程	是/否

7.1.2　L2 应用验证

供应链可视与协同维度的 L2 应用验证项见表 11。各项按验证要求判定是否达标，达标项数达到一半及以上的进入 L3 效能评价。

表 11　供应链可视与协同 L2 应用验证项

验证项	验证要求
采购订单管理方式	采购订单通过系统管理而非仅纸质流转（查系统）
库存管理	库存定期盘点且有账实核对记录（查盘点记录）
需求传递时效	客户需求变化能在 2 个工作日内传递到生产环节（访谈+记录）
AI 需求预测应用	应用人工智能预测模型进行需求预测并用于排产或备货（查模型应用记录）

7.1.3　L3 效能评价

供应链可视与协同维度的 L3 效能评价指标见表 12。企业应按指标计算方法采集数据并计算指标值，参照附录 C 给出的行业基准值确定各指标等级，并按 5.4 判定自主运行项数。

表 12　供应链可视与协同 L3 效能评价指标

指标名称	计算方法	数据来源
供应商数据可见度	可实时或定期共享数据的核心供应商数÷核心供应商总数×100%	供应商协同台账
客户需求响应时效	客户需求变化到确认交付方案的平均时间	CRM/ERP 记录
订单交付准时率	准时交付订单数÷总订单数×100%	ERP/MES 数据
跨企业数据互通率	与上下游实现系统对接的数据类型数÷关键数据类型数×100%	接口清单
库存可视与周转	可实时查询库存的 SKU 比例；库存周转天数	WMS/ERP 数据
AI 需求预测准确率	人工智能预测需求量与实际需求量的偏差率	模型台账、ERP 数据
仓储作业自动化率	由 AGV、立体库、自动分拣等自动化设备完成的出入库作业量÷出入库作业总量×100%	WMS、设备台账

7.2　人机协同度

人机协同度维度评估企业人员与智能装备、信息系统在实际作业中相互配合的实效水平，包括系统使用率、智能功能启用率、人工智能决策参与度等。

7.2.1　L1 基础确认

人机协同度维度的 L1 基础确认项见表 13。各项均为是非判定，任一项为“是”即进入 L2 应用验证。

表 13　人机协同度 L1 基础确认项

确认项	判定
企业是否有需要工人操作的设备或系统	是/否
企业是否有设备或系统的操作规程	是/否
企业是否有新员工操作培训流程	是/否

7.2.2　L2 应用验证

人机协同度维度的 L2 应用验证项见表 14。各项按验证要求判定是否达标，达标项数达到一半及以上的进入 L3 效能评价。

表 14　人机协同度 L2 应用验证项

验证项	验证要求
系统实际使用情况	工人实际按系统流程作业，未普遍绕过系统走线下流程（现场观察）
智能功能启用情况	设备具备的智能功能（如自动报警、预测性维护等）已启用（现场核查）
工人反馈机制	有工人反馈问题的渠道且有处理记录（查反馈记录）
AI 智能装备应用	部署机器视觉质检、预测性维护等人工智能应用并稳定运行（现场核查）

7.2.3　L3 效能评价

人机协同度维度的 L3 效能评价指标见表 15。企业应按指标计算方法采集数据并计算指标值，参照附录 C 给出的行业基准值确定各指标等级，并按 5.4 判定自主运行项数。

表 15　人机协同度 L3 效能评价指标

指标名称	计算方法	数据来源
工人系统使用率	实际使用系统完成作业的工人数÷应使用系统工人数×100%	系统日志
违规操作率	绕过系统流程的操作次数÷应走系统流程总次数×100%	现场观察、异常记录
设备智能功能启用率	已启用智能功能的设备数÷具备智能功能的设备总数×100%	设备台账、现场确认
工人反馈有效性	反馈问题的采纳率和平均解决时间	反馈系统记录
AI 决策渗透度	AI 参与决策的业务环节数÷核心业务环节数×100%	系统日志、管理层访谈
AI 质检覆盖率	人工智能视觉检测或智能判检覆盖的检验点数÷关键检验点总数×100%	质检系统、现场核查
设备综合效率（OEE）	关键设备 OEE 实测值（可用率×性能率×质量率）	MES/SCADA 数据

8　适应视角评估

8.1　柔性与敏捷度

柔性与敏捷度维度评估企业面对产品切换、订单变更等变化时快速响应和调整的实效水平，包括换线时间、插单响应时间等。

8.1.1 L1 基础确认

柔性与敏捷度维度的 L1 基础确认项见表 16。各项均为是非判定，任一项为“是”即进入 L2 应用验证。

表 16 柔性与敏捷度 L1 基础确认项

确认项	判定
企业是否有生产计划流程（含手工排程）	是/否
企业是否面临产品品种切换的生产场景	是/否
企业是否有换线或换模操作	是/否

8.1.2 L2 应用验证

柔性与敏捷度维度的 L2 应用验证项见表 17。各项按验证要求判定是否达标，达标项数达到一半及以上的进入 L3 效能评价。

表 17 柔性与敏捷度 L2 应用验证项

验证项	验证要求
换线时间记录	换线或换模时间有记录可查（查换线记录）
插单处理流程	紧急插单有明确的处理流程（查制度+实例）
计划调整传递	生产计划调整后能在半个工作日内传达到产线（访谈）

8.1.3 L3 效能评价

柔性与敏捷度维度的 L3 效能评价指标见表 18。企业应按指标计算方法采集数据并计算指标值，参照附录 C 给出的行业基准值确定各指标等级，并按 5.4 判定自主运行项数。

表 18 柔性与敏捷度 L3 效能评价指标

指标名称	计算方法	数据来源
换线时间	上一产品最后一件合格品下线到下一产品第一件合格品产出的平均时间	MES 数据、换线记录
最小经济批量	单次换型生产能够实现盈亏平衡的最小订单量	财务、工艺数据
插单响应时间	接到紧急订单到完成排产调整的平均时间	APS/MES 日志
计划调整执行时效	计划变更下达到产线实际执行调整的平均时间	APS/MES 数据
定制化产品占比	定制化订单数（或产值）÷总订单数（或总产值）×100%	ERP 订单数据
AI 排产优化应用	应用人工智能优化算法进行排产所覆盖的主要工序数	APS/MES 日志

8.2 韧性与连续性

韧性与连续性维度评估企业在遭遇设备故障、网络攻击、供应中断等冲击后维持或快速恢复生产经营的实效水平，包括恢复时间目标、恢复点目标等。

8.2.1 L1 基础确认

韧性与连续性维度的 L1 基础确认项见表 19。各项均为是非判定，任一项为“是”即进入 L2 应用验证。

表 19　韧性与连续性 L1 基础确认项

确认项	判定
企业是否经历过停产或系统中断事件	是/否
企业关键设备是否有备件	是/否
企业核心物料供应商是否有备选	是/否

8.2.2　L2 应用验证

韧性与连续性维度的 L2 应用验证项见表 20。各项按验证要求判定是否达标，达标项数达到一半及以上的进入 L3 效能评价。

表 20　韧性与连续性 L2 应用验证项

验证项	验证要求
设备维护计划	有关键设备维护计划且按计划执行（查维护记录）
数据备份	核心信息系统数据有定期备份（查备份记录）
恢复时间记录	最近一次故障或中断的实际恢复时间有记录（查事件记录）
设备故障预测应用	应用人工智能模型对关键设备进行故障预测并触发维护（查模型记录）

8.2.3　L3 效能评价

韧性与连续性维度的 L3 效能评价指标见表 21。企业应按指标计算方法采集数据并计算指标值，参照附录 C 给出的行业基准值确定各指标等级，并按 5.4 判定自主运行项数。

表 21　韧性与连续性 L3 效能评价指标

指标名称	计算方法	数据来源
恢复时间目标（RTO）	关键业务中断后恢复到可服务状态的目标时间与实际恢复时间	应急预案、演练记录
恢复点目标（RPO）	系统中断时可容忍的数据丢失时间窗口	备份策略文档
关键设备备件覆盖率	有备件保障的关键设备数÷关键设备总数×100%	备件台账
年度非计划停机时间	全年非计划停机累计小时数	设备运维记录
供应链安全可控度	关键物料备选供应商数量；关键物料库存可满足生产天数	采购台账、供应商评估
AI 故障预测覆盖率	人工智能预测模型覆盖的关键设备数÷关键设备总数×100%	设备运维系统

9　可持续视角评估

9.1　知识数字化

知识数字化维度评估企业将分散于人员头脑中的经验、技能和知识转化为数字化形态并在生产经营中沉淀、复用和进化的实效水平。

9.1.1 L1 基础确认

知识数字化维度的 L1 基础确认项见表 22。各项均为是非判定，任一项为“是”即进入 L2 应用验证。

表 22 知识数字化 L1 基础确认项

确认项	判定
企业是否有作业指导书或操作规程（SOP）	是/否
企业是否有关键工艺参数的记录	是/否
企业是否存在依赖个别资深员工的岗位或工序	是/否

9.1.2 L2 应用验证

知识数字化维度的 L2 应用验证项见表 23。各项按验证要求判定是否达标，达标项数达到一半及以上的进入 L3 效能评价。

表 23 知识数字化 L2 应用验证项

验证项	验证要求
SOP 更新与一致性	SOP 近 2 年内有更新且与现场实际操作一致（抽查比对）
培训文档化	新员工培训依据文档化材料而非仅依赖师傅口传（查培训材料）
故障案例记录	典型设备或质量故障有案例记录（查案例库或维修记录）

9.1.3 L3 效能评价

知识数字化维度的 L3 效能评价指标见表 24。企业应按指标计算方法采集数据并计算指标值，参照附录 C 给出的行业基准值确定各指标等级，并按 5.4 判定自主运行项数。

表 24 知识数字化 L3 效能评价指标

指标名称	计算方法	数据来源
知识数字化覆盖率	已数字化记录的核心知识条目数÷应数字化的核心知识条目数×100%	知识库盘点
关键经验数字化转化率	已转化为数字化形式的关键岗位经验数÷关键经验总数×100%	访谈、知识库对照
知识库调用率	知识库月均调用次数÷员工总数	知识库系统日志
故障案例库完整性	已记录故障案例数÷应记录故障案例数×100%	案例库、维护记录
知识自主生成能力	系统能基于历史数据自动生成或优化规则、参数、知识条目的程度	系统日志、运维记录
研发设计数字化覆盖率	采用 CAD/PLM 等数字化工具完成的设计任务数÷设计任务总数×100%	PLM/设计台账

9.2 能效与碳管理

能效与碳管理维度评估企业能源利用和碳排放管理的实效水平，关注能耗碳排放实际水平与智能管控能力。

9.2.1 L1 基础确认

能效与碳管理维度的 L1 基础确认项见表 25。各项均为是非判定，任一项为“是”即进入 L2 应用验

证。

表 25　能效与碳管理 L1 基础确认项

确认项	判定
企业是否有能耗记录（含定期抄表）	是/否
企业是否掌握主要耗能设备清单	是/否
企业是否面临能耗成本或碳排放管理压力	是/否

9.2.2　L2 应用验证

能效与碳管理维度的 L2 应用验证项见表 26。各项按验证要求判定是否达标，达标项数达到一半及以上的进入 L3 效能评价。

表 26　能效与碳管理 L2 应用验证项

验证项	验证要求
能耗分项计量	能耗按车间或产线分项计量（查计量系统或台账）
能耗统计报表	有定期能耗统计报表（查报表）
节能措施	近 2 年开展过节能改造或节能管理措施（查记录）

9.2.3　L3 效能评价

能效与碳管理维度的 L3 效能评价指标见表 27。企业应按指标计算方法采集数据并计算指标值，参照附录 C 给出的行业基准值确定各指标等级，并按 5.4 判定自主运行项数。

表 27　能效与碳管理 L3 效能评价指标

指标名称	计算方法	数据来源
单位产品能耗	报告期内总能耗（折标准煤）÷合格产品产量	能源管理系统、产量台账
单位产品碳排放	报告期内总碳排放量（CO2 当量）÷合格产品产量	碳核算报告、产量台账
智能控碳能力	能基于能耗或碳排放数据自动优化设备运行或排产的环节数	系统配置、运行记录
产品碳足迹追踪	已核算产品碳足迹的产品种类数÷全部产品种类数×100%	碳足迹核算报告
清洁能源使用比例	清洁能源用量÷能源总用量×100%	能源采购凭证
AI 能效优化应用	应用人工智能模型进行能耗优化的主要用能环节数	能源管理系统

10　评估方式与流程

10.1　评估方式

评估以企业自评估为基本方式，证据获取应综合采用文件资料核查、关键岗位人员访谈、生产现场观察和信息系统数据核对等手段。企业开展自评估时，评估人员宜满足下列要求：

a）　了解本企业主要业务流程、生产装备和信息化系统的基本情况；

b）　理解本文件规定的评估维度、评估层级和评估指标的含义及取数方法；

c） 能够基于证据作出判断，如实记录评估过程和评估结果。

企业开展自我评估时，宜按维度对应的业务部门分工组织填报：数据决策力宜由信息化或数据管理部门牵头；投资成效宜由财务部门牵头；供应链可视与协同宜由采购或物流部门牵头；人机协同度宜由生产管理部门牵头；柔性与敏捷度宜由计划调度部门牵头；韧性与连续性宜由设备或安全管理部门牵头；知识数字化宜由人力资源或技术管理部门牵头；能效与碳管理宜由设备或能源管理部门牵头。各部门完成本职责范围内 L1 确认项填报后，由评估组织部门汇总。

委托第三方机构开展评估诊断的，评估机构和评估人员的要求应符合国家有关智能制造评估的相关规定。

评估人员开展现场评估时，宜符合下列工作要求：

a） 单次现场评估时长宜不少于 1 个工作日，包括首次会议、现场观察、人员访谈、资料核对和末次会议；

b） 现场观察应覆盖主要生产车间、关键控制室、数据机房或信息中心等场所，观察记录应包括实际作业方式、系统使用情况和现场标识；

c） 人员访谈应覆盖管理层、业务部门负责人和一线操作人员三个层级，每层访谈人数宜不少于 2 人，访谈记录应经被访谈人确认；

d） 证据应相互印证：台账记录、现场观察和访谈内容三方一致方可判定；仅有口头说明而无记录支撑的，不宜直接判定为达标；

e） 评估记录可采用纸质或电子方式，应完整保留证据清单、判定依据和复评跟踪记录。

企业首次评估后，宜在 6 个月至 12 个月内开展复评，检验改进措施效果；连续两个周期评估结果稳定的，可适当延长复评间隔。

10.2 评估流程

评估流程包括以下六个步骤：

a） 评估准备：确定评估范围、组建评估组、收集企业基础资料；

b） L1 基础确认：对全部八个维度逐项完成 L1 确认，汇总判定各维度是否进入 L2；

c） L2 应用验证：对 L1 通过的维度逐项完成 L2 验证，汇总判定各维度是否进入 L3；

d） L3 效能评价：对 L2 通过的维度采集指标数据、计算指标值、确定效能等级并判定自主运行项数；

e） 综合分析：汇总八个维度各层级结果，识别跨维度关联问题，形成能力缺口清单、应用短板清单和效能分级结果；

f） 报告输出：按第 11 章的规定编制评估报告和改进路线图。

10.3 评估结果判定

各维度的评估结论分为以下情形：

a） L1 未通过：结论为“尚不具备评估基础条件”，输出能力建设指引；

b） L1 通过、L2 未通过：结论为“有基础但未有效应用”，输出应用改进建议；

c） L2 通过：进入 L3 效能评价，按指标值对照行业基准值确定效能等级。

L3 效能等级分为四级，见表 28。

表 28　效能等级划分

效能等级	名称	总体特征
一级	初始级	指标值普遍低于行业基准下限，效果未显现
二级	辅助级	部分指标达到行业基准，效果局部显现
三级	驱动级	多数指标达到或超过行业基准，智能化已成为业务驱动因素
四级	智能级	指标显著优于行业基准，自主运行项数高，形成自主进化能力

11　评估报告

11.1　报告内容

评估报告应至少包括如下内容：

—— 企业基本情况（规模、行业类型、主要产品、智能化建设概况）；

—— 评估目的、范围、基准日期及评估组织实施情况；

—— 评估依据、评估流程及证据采集方式；

—— 八个维度 L1、L2、L3 各层级的评估结果及证据说明；

—— 能力缺口清单（对应 L1 未通过维度）；

—— 应用短板清单（对应 L2 未通过维度）；

—— 效能分级结果（对应完成 L3 评估的维度）；

—— 跨维度关联问题分析；

—— 改进路线图；

—— 数据来源说明及证据清单。

11.2　评估结果表

评估结果应按统一表格记录，每个维度填写一张评估结果表，至少包含评估维度、评估层级、检查项或指标、判定结果或指标值、数据来源、证据编号、改进建议等栏目。评估结果表格式见附录 A。

11.3　改进路线图

改进路线图应按优先级列出改进事项，每项改进事项应包括：改进内容、对应的评估维度和短板、改进措施、预期目标、责任部门、计划完成时间和验证方式。改进事项排序宜综合考虑改进价值、实施难度和资源投入。

12　持续改进

12.1 改进策划

企业应将评估结果转化为改进行动，改进策划宜按以下步骤开展：

a） 针对需要改进的维度，结合企业发展战略确定改进目标和期望达到的层级或指标值；

b） 对照改进目标，分析当前评估结果存在的差距及其成因；

c） 针对差距制定改进措施、资源安排和时间计划。

企业宜将评估与改进纳入常态化管理，按策划、实施、检查、处置的循环滚动推进，评估周期宜为 6 个月至 12 个月。相邻周期的评估应保持指标口径和记录格式一致，以准确反映改进成效。

12.2 改进实施与再评估

改进措施宜与评估发现的问题相对应，主要包括三类：面向能力缺口的建设类措施，如新建信息系统、增配智能装备；面向应用短板的推广类措施，如扩大系统使用范围、打通数据接口、完善操作规程；面向效能提升的优化类措施，如优化算法模型、改进业务流程、调整组织分工。

改进计划完成后，企业宜在下一评估周期对涉及维度进行复评，检验改进措施的实际效果。各周期的评估报告和改进记录应归档保存，作为企业智能制造水平持续提升的跟踪依据。

附 录 A

（规范性）

八大维度三层评估检查表

八大维度三层评估检查表格式见表 A.1。评估时，应将第 6 章至第 9 章中相应维度的 L1 确认项、L2 验证项和 L3 指标逐项填入本表，记录判定结果、指标值、证据编号和改进建议。

检查表中“责任部门”一栏按 10.1 规定的部门分工填写。

表 A.1 八大维度三层评估检查表格式

维度	层级	检查项/指标	判定结果/指标值	数据来源	证据编号	改进建议

八个维度各层级检查项和指标的内容按第 6 章至第 9 章相应条款执行。

附 录 B

（规范性）

自主运行水平评估表

各维度 L3 效能评价时，应按表 B.1 判定该维度业务场景中自主运行能力的达标情况。

表 B.1 自主运行水平评估表

自主运行能力	判定问题	是否达标
自感知	该维度业务场景中的异常、故障或变化，是由系统自动发现并告警的吗？	是/否
自分析	系统发现异常后，能自动定位和分析原因吗？	是/否
自决策	系统能自动生成处置或优化方案吗？	是/否
自执行	方案生成后，系统能自动执行调整（如调参数、切产线）吗？	是/否
自优化	系统能从处置结果中学习，自动优化后续决策吗？	是/否

自主运行达标项数为 0～5 项，按 5.4 表 2 确定该维度的运行类型。

附 录 C

（资料性）

行业基准值参考

不同行业类型制造业企业的关键指标基准值可参考表 C.1。企业自评时，应根据本企业所属行业类型对照相应基准值确定指标等级；表 C.1 未覆盖的指标，企业可在首次评估时校准自身基准线，后续周期采用同一基准进行纵向比较。

表 C.1 关键指标行业基准值参考

指标	离散制造	流程制造	混合制造
换线时间	优秀≤0.5h；良好≤2h；一般≤4h	优秀≤8h；良好≤24h；一般≤72h	优秀≤2h；良好≤6h；一般≤12h
订单交付准时率	优秀≥95%	优秀≥98%	优秀≥95%
数据决策渗透率	优秀≥60%	优秀≥50%	优秀≥55%
恢复时间目标（RTO）	优秀≤4h	优秀≤2h	优秀≤4h
AI 决策渗透度	优秀≥30%	优秀≥20%	优秀≥25%
工人系统使用率	优秀≥90%；良好≥70%	优秀≥90%；良好≥70%	优秀≥90%；良好≥70%
知识数字化覆盖率	优秀≥70%；良好≥40%	优秀≥70%；良好≥40%	优秀≥70%；良好≥40%

注 1：离散制造包括汽车、装备、3C 等行业；流程制造包括钢铁、化工、医药等行业；混合制造包括家电、家具、纺织等行业。

注 2：表 C.1 中基准值为参考值，标准修订时将依据行业调研数据更新。

附 录 D

（资料性）

AI 应用场景分级参考

本附录给出制造业典型人工智能应用场景的分级参考，供企业对照判断自身人工智能应用所处水平。各场景按入门级、基础级、进阶级划分，与本文件 5.4 规定的智能化达标判定相衔接。

表 D.1 制造业典型 AI 应用场景分级参考

应用场景	入门级	基础级	进阶级
产品视觉质检	采用工业相机配合规则阈值进行检测	部署卷积神经网络等模型自动判别产品缺陷	模型基于数据持续自学习，缺陷类别与判定精度动态扩展
设备预测性维护	基于设备运行阈值进行报警	基于时序预测模型预测关键设备故障概率	预测结果自动生成维护工单并形成维护闭环
智能排产	采用 APS 按固定规则进行排产	采用人工智能优化算法生成排产方案	动态响应插单与扰动并自动完成重排
需求预测	基于历史均值或移动平均预测	采用机器学习模型预测产品需求量	多因子融合预测并自动联动排产与备货
能耗优化	定期统计能耗并人工分析	采用人工智能模型识别异常能耗与浪费环节	人工智能模型自动优化用能策略并闭环调控
知识助手	建立知识库支持人工检索	基于大模型提供工艺、运维知识问答辅助	行业大模型结合智能体自动生成工艺指导与异常处置方案

注：企业可根据所属行业特点，参照上述分级识别自身人工智能应用的优势场景与提升方向。

附 录 E

（资料性）

业务域评估要点映射表

为便于企业各业务部门对照本部门职责开展自评，本附录给出生产运行、仓储物流、质量管控、设备管理、研发设计、能源环保六个典型业务域与评估维度、关键指标的对应关系。企业可按业务域找到牵头维度，再参照第 6 章至第 9 章相应条款完成评估。

表 E.1　业务域评估要点映射表

业务域	主要对应维度	关键评估指标示例
生产运行	人机协同度、柔性与敏捷度	OEE、工人系统使用率、换线时间、插单响应时间、AI 排产优化
仓储物流	供应链可视与协同	库存可视与周转、仓储作业自动化率、订单交付准时率
质量管控	投资成效、人机协同度	一次交验合格率、质量成本改善率、AI 质检覆盖率
设备管理	人机协同度、韧性与连续性	设备智能功能启用率、年度非计划停机时间、AI 故障预测覆盖率
研发设计	知识数字化、数据决策力	研发设计数字化覆盖率、知识数字化覆盖率、智能分析覆盖度
能源环保	能效与碳管理	单位产品能耗、单位产品碳排放、智能控碳能力、清洁能源使用比例

注：业务域与维度为对应关系而非一一对应，同一业务域的评估要点可能分散在多个维度中，企业宜按维度汇总判定。