

YS

中华人民共和国有色金属行业标准

YS/T 1824—2025

有色金属行业数字化转型成熟度评估

Maturity assessment of digital transformation for nonferrous metal
industry

2025-07-02 发布

2026-02-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

目次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 评估模型框架 1

5 成熟度等级 2

6 能力域 3

7 成熟度要求 7

8 评估方法 56

9 成熟度等级判定 58

附录 A 61

参 考 文 献 62

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。

请注意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。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC243）提出并归口。

本文件起草单位：中国工业互联网研究院、中国铝业集团有限公司、紫金矿业集团股份有限公司、云南铜业股份有限公司西南铜业分公司、新疆众和股份有限公司、山东黄金矿业（莱州）有限公司焦家金矿、中国有色金属工业协会、中国恩菲工程技术有限公司、北京北矿智能科技有限公司、云南铜业股份有限公司、云南驰宏锌锗股份有限公司、中色科技股份有限公司、宁波金田铜业(集团)股份有限公司、北京瑞太智联技术有限公司、紫金智信（厦门）科技有限公司、山西省信息产业技术研究院有限公司、江西国泰集团股份有限公司、华院计算技术（上海）股份有限公司、长沙有色冶金设计研究院有限公司、广域铭岛数字科技有限公司、江西铜业股份有限公司、深圳市中金岭南有色金属股份有限公司、金川集团股份有限公司、苏州真趣信息科技有限公司、矿冶科技集团有限公司、铜陵有色金属集团控股有限公司、株洲冶炼集团股份有限公司、新疆大明矿业集团股份有限公司、上海品蓝信息科技有限公司、安徽九华新材料股份有限公司、有色金属技术经济研究院有限责任公司、中国有色金属工业技术开发交流中心。

本文件主要起草人：惠鑫、李昊冉、尚舵、陈天然、罗军、罗宇、汪萌、董文生、陈耀才、周正坤、陈蓓蓓、马美娜、杨杰朋、邱俊刚、吴智广、王怀国、杨鹏、徐伟、楚金旺、张元生、吕潇、王莉媛、郝鑫、谭正洲、杜锐、沐兴旺、李武、陈春灿、吴瑞蕤、张海珍、赵炎、赵金元、李桂海、李凯、林双仁、申利华、但林、何镒、赵建伟、赵孟劼、钟爱雪、严涵琦、卢晓、徐娟华、李小元、刘晓明、殷志涛、马晓林、吴磊、史新伟、种国双、马朝阳、邱金峰、洪行、蒋文、欧阳帆、赵宗义、张龙、陈晓楠、任旭、唐卫国、祝毕亮、林若虚、魏威。

有色金属行业数字化转型成熟度评估

1 范围

本文件规定了有色金属行业企业数字化转型成熟度评估的评估模型框架、成熟度等级、能力域、成熟度要求、评估方法和成熟度等级判定方法。

本文件适用于有色金属行业采选、冶炼、加工及综合型企业，数字化转型服务商以及第三方机构开展数字化转型成熟度评估和数字化转型提升服务。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 23011-2022 信息化和工业化融合 数字化转型 价值效益参考模型

GB/T 43439-2023 信息技术服务数字化转型成熟度模型与评估

3 术语和定义

GB/T 43439-2023和GB/T 23011-2022界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数字化技术 digital technology

数字化转型过程中用到的信息技术及其组合。

[来源：GB/T 43439-2023，3.1]

3.2

业务数据化 digitization of business

对业务系统中沉淀的数据加以利用，完成数据价值的闭环。

[来源：GB/T 43439-2023，3.2]

3.3

数据业务化 data-driven business models

围绕业务系统中沉淀的数据，创新以数据为业务（交易）对象的新型业务。

[来源：GB/T 43439-2023，3.3]

4 评估模型框架

评估模型框架由成熟度等级、能力域和成熟度要求构成，其中，能力域由能力子域构成，见图1。



图1 有色金属行业数字化转型成熟度模型框架

5 成熟度等级

数字化转型成熟度等级适用于企业根据组织现状和业务目标明确转型所要达成的等级目标，并根据目标等级的分级特征和要求制定详细的转型工作路径和各细项目标。不同成熟度等级之间应相互衔接、逐级递进。成熟度等级分为五个等级，自低向高分别为一级、二级、三级、四级和五级。

数字化转型成熟度等级中的各级特征见表 1。

表 1 成熟度等级说明

成熟度等级	等级说明
一级	<ol style="list-style-type: none"> 1. 组织运行以业务驱动为主，企业应具备数字化转型意识，结合业务发展战略对实施数字化转型的基础和条件进行规划，在研发、生产、经营、服务、产业链等核心业务领域基于内外部需求开展数字化转型规划工作； 2. 主要通过信息技术、信息系统的建设与集成应用，并尝试应用新一代信息技术对核心业务领域的单个环节/部门进行传统装备或流程数字化改造与管理； 3. 对数据资源进行标准化处理，初步构建核心业务领域的数据资源获取能力，实现业务规范运行、可管可控； 4. 推进组织信息化建设和运营价值的实现。
二级	<ol style="list-style-type: none"> 1. 组织运行以场景与技术驱动为主，企业应对数字化转型的组织、技术、数据和资源进行规划，在研发、生产、经营、服务、产业链等核心业务领域基于内外部需求开展数字化转型试点建设工作； 2. 主要采用较先进传感技术、新一代信息技术手段、新基建布局等对核心业务领域的跨环节/跨部门的核心装备和核心业务流程等进行数字化改造和规范，通过信息系统集成互联和新一代信息技术应用打造数字场景； 3. 实现核心业务领域局部业务场景数据的获取、开发和利用，实现单一业务活动的数据共享；初步构建自感知能力，初步具备基于数据的运行和优化能力，实现核心业务领域内关键业务活动数字化、场景化运行； 4. 推进生产方式向高效、精准转变，推进组织数字化建设和运营价值的实现。
三级	<ol style="list-style-type: none"> 1. 组织运行以信息驱动为主，企业依托数字化转型总体规划，在研发、生产、经营、服务、产业生态等核心业务领域基于内外部需求全面开展数字化转型的有序实施； 2. 通过新一代信息技术和新基建深度应用实现核心业务领域主要业务场景数据的全面获取、开发和利用，实现跨业务活动间的数据共享与交互；初步构建组织的自感知、自学习能力，实现数字化转型能力的平台化，打造平台化组织（企业），提升全组织（企业）一体化敏捷响应水平，打造形成数字组织（企业）； 3. 在研发、生产、经营、服务领域实现基于数据的全组织（企业）范围内要素资源的总体配置效率、综合利用水平的提升； 4. 推进生产方式向高效、精准、协同转变，探索形成新的业务管控模式、推出新的产品，业务形态由传统产品向智能产品、智能服务转变，推进实现核心业务全面集成融合、柔性协同和一体化运行，基本实现组织的运营与战略价值，基本实现自身产业数字化。

表1 成熟度等级说明（续）

成熟度等级	等级说明
四级	<div>1. 企业运行以数据驱动为主，企业通过核心业务领域数字化转型的全面实施，实现全组织（企业）范围内数据的全面获取、开发和利用，实现跨部门的数据共享与交互，开展跨组织网络化协同和社会化协作；在全组织（企业）范围内实现基于数据、模型的业务活动敏捷响应和精准执行、动态决策和预测预警、快速迭代和学习优化；</div> <div>2. 企业在更大范围、更深程度汇聚和协同开发利用社会资源；</div> <div>3. 企业生产方式向高效、精准、智能、柔性、协同转变，形成成熟的新型转型业务和新产品，业务形态由传统产品向智能产品+智能服务转变，企业的经营方式由基于价值链向网络化、平台化组织转变，创新范式向数据、智能驱动的创新范式转变；</div> <div>4. 企业实现组织价值网络化创造能力和对外敏捷服务能力的提升，形成成熟的平台化组织（企业），充分实现组织的运营与战略价值，全面实现自身产业数字化。</div>
五级	<div>1. 企业运行以智能驱动为主，企业通过全组织（企业）范围内数字化转型的全面实施和对外部的赋能拓展，实现行业产业链范围内数据的按需获取、开发和利用，实现跨组织（企业）的数据共享与智能交互；</div> <div>2. 通过构建智能感知、智能分析、智能决策等能力，实现基于数据和智能的业务活动按需自运行、自学习、自决策和自适应，持续推动业务活动的优化和创新，实现内外部能力、资源和市场等多要素融合，在行业产业链范围内实现生态圈相关要素资源的按需自主配置效率、综合利用水平和创新开发潜能的提升；</div> <div>3. 企业生产方式、业务形态、经营方式、创新范式、组织文化等实现全面转型，形成成熟的新型业务模式，带动实现企业自身业务模式和本行业商业模式的整体变革；</div> <div>4. 打造生态组织（企业），构建数字化生态，实现产业链协同并衍生新的业务模式和商业模式，全面实现自身产业数字化和数字产业化，并带动行业产业链不断转型升级。</div>

6 能力域

6.1 能力域设计要求

有色金属行业数字化转型成熟度能力域设计参照GB/T 43439-2023，同时注重行业企业数转智改的广度和深度，兼顾行业通用性和细分行业专业性。根据能力域特征划分为基础共性能力域和行业特性能力域，其中基础共性、行业特性能力子域合计权重分别为59%、41%。采选、冶炼、加工企业可结合自身业务情况对能力子域进行裁剪，被裁剪项权重等比扩大至对应能力域内。

6.2 基础共性能力域

有色金属企业基础共性能力域见表 2。

表2 有色金属企业基础共性能力域

能力域	能力子域	指标权重
组织	组织建设	3%
	转型战略	3%
	流程管理	1%
	变革管理	1%
技术	信息安全	3%
	研发管理	2%
数据	业务数据化	3%
	数据管理	6%
	数据资产	2%
	数据业务化	3%

表2 有色金属企业基础共性能力域（续）

能力域	能力子域	指标权重
资源	基础设施	8%
	应用支撑资源	2%
	资金与人才	2%
	行业知识沉淀	2%
数字化运营	数字化财务	1%
	数字化采购	2%
	数字化供应链	2%
	智能决策	2%
	协同办公	1%
	成本管理	1%
数字化服务	服务产品	1%
	服务能力	1%
	服务交付	1%
	服务运行	1%
效益	经营效率	2%
	管理效率	1%
	质量提升	2%

6.3 有色金属采选企业行业特性能力域

有色金属行业采选企业行业特性能力域见表3。

表3 有色金属行业采选企业行业特性能力域

能力域	能力子域	指标权重
技术	技术创新与改造	2%
数字化生产	资源环境数字化	2%
	工艺设计	3%
	计划调度	2%
	生产作业	9%
	质量管控	3%
	公辅设施管理	4%
	设备管理	3%
	仓储物流	2%

表3 有色金属行业采选企业行业特性能力域（续）

能力域	能力子域	指标权重
数字化生产	安全管理	3%
	环保管理	2%
	能源管理	2%
	生产协同	4%

6.4 有色金属冶炼企业行业特性能力域

有色金属行业冶炼企业行业特性能力域见表4。

表4 有色金属行业冶炼企业行业特性能力域

能力域	能力子域	指标权重
技术	技术创新与改造	2%
	中试验证	1%
数字化生产	产品设计	1%
	工艺设计	3%
	计划调度	2%
	生产作业	9%
	质量管控	3%
	设备管理	3%
	仓储物流	3%
	安全管理	4%
	环保管理	4%
	能源管理	2%
	生产协同	4%

6.5 有色金属加工企业行业特性能力域

有色金属行业加工企业行业特性能力域见表5。

表5 有色金属行业加工企业行业特性能力域

能力域	能力子域	指标权重
技术	技术创新与改造	2%
	中试验证	2%
数字化运营	数字化营销	2%

表5 有色金属行业加工企业行业特性能力域（续）

能力域	能力子域	指标权重
数字化生产	产品设计	2%
	工艺设计	4%
	计划排产	3%
	生产作业	8%
	质量管控	3%
	设备管理	3%
	仓储物流	3%
	安全管理	2%
	环保管理	1%
	能源管理	2%
	生产协同	4%

7 成熟度要求

7.1 基础共性能力子域成熟度指标要求

有色金属企业基础共性能力子域成熟度指标要求见表6。

表6 有色金属企业基础共性能力子域成熟度指标要求

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
组织	组织建设	<p>a) 企业应设立数字化转型领导小组，明确重点业务领域责任部门。</p> <p>b) 企业应培育领导层数字化意识，打造转型文化氛围，推动全员参与。</p> <p>c) 企业应基本建立数字化转型的制度与流程规范，保障工作有序开展。</p> <p>d) 企业应明确数字化转型外部合作与生态拓展的负责人。</p>	<p>a) 企业应优化组织架构，划分数字化转型工作单元，设置相关岗位，支持流程和跨部门协作。</p> <p>b) 企业应培育核心业务和技术人员的数字化意识，使其了解转型趋势和影响。</p> <p>c) 企业应完善数字化转型的规章制度、流程规范和决策程序。</p> <p>d) 企业应制定数字化转型合作与生态拓展规划，配备相关岗位。</p>	<p>a) 企业应单独设置企业数字化转型负责部门，明确部门架构，并在各业务领域配置数字化岗位。</p> <p>b) 企业应培训全员数字化知识，树立数据驱动的管理与决策观念。</p> <p>c) 企业应建立主营业务与数字化业务协同的规章制度、流程规范和决策程序。</p> <p>d) 企业应制定数字化转型合作与生态拓展的实施路径，识别外部人才需求，建立外部专家库。</p>	<p>a) 企业应建立数字化转型部门与业务部门的跨部门协作机制，通过岗位协作降低管理成本，并构建岗位数字化评价优化机制。</p> <p>b) 企业全员推动实现数据驱动的决策、管理与创新，并能够熟练使用相关数字化技能。</p> <p>c) 企业应建立数字化业务对外赋能的规章制度、流程规范和决策程序。</p> <p>d) 企业应明确各细分业务领域的对外拓展与合作目标，制定实施策略，建立与客户、供应商、合作伙伴的数字化协作机制，形成成熟的平台化组织（企业）。</p>	<p>a) 企业应形成新型组织管理形态和管理模式，基于数据驱动优化组织结构与岗位职能，提升组织适应性和动态转型能力。</p> <p>b) 企业需持续培育变革与创新文化，激发全员创新积极性，助力数字化转型。</p> <p>c) 企业应结合外部环境变化，动态更新数字化转型生态建设规划与路径，形成生态型企业。</p>
	转型战略	<p>a) 企业应明确数字化转型的重点方向，目标定位为推进组织信息化建设和运营价值的实现。</p> <p>b) 企业应结合战略目标和业务需求，确定数字化转型优先领域，并制</p>	<p>a) 企业应制定整体与局部相结合的数字化转型目标，目标定位为推进生产方式向高效、精准转变，推进组织数字化建设和运营价值的实现。</p> <p>b) 企业应完善数字化战略规划，涵盖目标、愿景、策略、</p>	<p>a) 企业应以建设数字企业，实现数字化转型能力的平台化，形成新的业务管控模式、推出新的产品，基本实现自身产业数字化为核心战略目标。</p> <p>b) 企业依托数字化转型总体规划，在研发、生产、经营、</p>	<p>a) 企业应以建设平台企业，形成成熟的新型转型业务和新产品，提供对外服务能力，全面实现自身产业数字化为核心战略目标。</p> <p>b) 企业应结合业务需求变化，动态调整战略规划。</p>	<p>a) 企业应以打造生态企业，构建数字化生态，实现产业链协同并衍生新的业务模式和商业模式，全面实现自身产业数字化和数字产业化，并带动行业产业链不断转型升级为核心战略目标。</p> <p>b) 企业通过全企业范围转型</p>

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
		定相关的转型规划。 c) 企业应建立数字化转型领导机制, 分解战略规划为分阶段实施路径图。 d) 企业应搭建数字化转型评估指标体系, 针对日常运营和核心项目的战略目标、规划、执行进行评估, 确保合理性与有效性。	路径、组织架构、关键指标等要素, 制定技术、数据、组织、资源、运营、生产、服务、风险管理与投资战略。 c) 企业应结合战略规划, 在研发、生产、经营、服务、产业链等核心业务领域基于内外部需求开展数字化转型试点建设工作。 d) 企业应利用数字技术采集关键参数与数据, 评估不同业务板块及跨部门、跨环节关键业务领域的战略合理性与有效性。 e) 企业应明确战略调整流程, 针对局部问题或外部环境变化进行战略调整, 保障战略适应性。	服务、产业生态等核心业务领域基于内外部需求全面开展数字化转型的有序实施。 c) 企业应对数字化转型各方面成效进行评估, 为改进提升提供依据。 d) 企业应建立持续改进机制, 优化数字化战略和实施路径, 灵活应对市场波动和竞争变化。	c) 企业在核心业务领域全面实现数字化转型, 采用数字化技术对执行过程进行监控。 d) 企业应利用数据分析自动对标绩效指标, 识别风险并预警, 全面评估公司级战略目标、规划、执行的合理性与有效性, 以及数字化转型各方面的成效。 e) 企业应对战略执行风险点、转型成效等进行动态评估, 并自动完成战略纠偏, 给出调整建议。	规划的全面实施和对外部的赋能拓展, 实现生产方式、业务形态等全面转型, 形成成熟的新型业务模式, 带动实现企业自身业务模式和本行业商业模式的整体变革。 c) 企业应搭建动态评估模型, 智能分析转型战略在行业产业链层面与外部环境和内部能力的契合性、延伸性与前瞻性。 d) 企业应基于历史数据预测转型效果, 明确战略调整需求, 自动匹配新阶段战略目标与路径, 完成战略迭代更新。
	流程管理	a) 企业应制定统一标准和基础自动化模板, 确保流程在不同部门中执行的一致性。应建立流程监控机制, 监控流程执行情况, 初步开展与外部合作伙伴流程对接。 b) 企业应制定业务流程管理规范, 明确流程管理框架、清单等, 构建流程管理绩效指标体系和跟踪评价体系。	a) 企业应实现流程的电子化管理和业务流程的自动化执行。引入数据分析和预测技术, 对流程管理数据进行分析, 为业务决策提供支持。与主要外部伙伴对接, 初步实现数据共享和业务协同。 b) 企业应识别业务流程的关键环节和控制点, 实现研发、生产、运营、供应链、售后等关键场景业务流程模版的自动化建立。应制定业务流程优化策略, 评估分析关键流程效能和成效, 实现主营业务领域内流程与技术、组织结构匹配性调整。	a) 企业应优化流程执行标准, 应用人工智能等技术提升流程执行的自动化和智能化水平, 与更多外部伙伴建立流程对接, 形成初步合作生态。 b) 企业应持续改进流程管理体系, 使用信息技术手段打通核心业务流程接口, 实现端到端流程建设和流程发布、执行、反馈等一体化管理。应跟踪流程执行关键数据并识别优化点, 实现跨部门流程协同成效的自动评估和动态优化。	a) 企业应构建流程管理与数据管理联动机制, 应用大数据和人工智能技术实现智能化流程管理, 通过数据共享自动解决内外流程对接问题, 与产业链上下游企业建立完整的业务流程对接。 b) 企业应实现流程设计快速迭代、内外部的流程状态在线管控和协同。应实现企业内外部业务流程对接成效的自识别、自评估, 自动制定优化方案, 实现全业务流程的智能化管理。	a) 企业应基于数据分析和市场反馈, 建立流程智能化的持续改进机制, 支持基于数据的流程管理模式动态优化与自适应动态调整。 b) 企业应以生态伙伴数字化转型战略为导向, 建立产业链上下游对接流程管理体系, 使用智能化技术实现流程设计、执行、监控、协同、评估的在线智能跟踪、快速迭代与自适应调整。

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
	变革管理	<p>a) 企业应明确生产方式、业务形态、经营方式、创新范式变革等的重点方向,制定变革管理制度和变革风险应对策略。</p> <p>b) 企业应建立变革领导机制,明确责任人。</p> <p>c) 企业应建立培训机制,提升员工变革管理能力。</p> <p>d) 企业应明确变革风险等级与评估维度,并进行风险管理与评估。</p> <p>e) 企业应明确变革成效评估维度,如效率提升、成本降低、质量控制等。</p>	<p>a) 企业应制定整体与局部相结合的变革目标,目标定位为实现单一业务活动的数据共享,推进生产方式向高效、精准转变为变革目标。</p> <p>b) 企业应建立数字化转型变革机制。</p> <p>c) 企业应识别变革需求与利益相关者,制定变革规划并开展变革活动。</p> <p>d) 企业应主动识别变革风险,评估局部变革对整体业务的影响,制定风险应对措施。</p> <p>e) 企业应建立验证机制,分析变革有效性,如考察生产线整体的改进效果等。</p>	<p>a) 企业应以实现跨业务活动间的数据共享与交互,推进生产方式向协同转变,业务形态由传统产品向智能产品、智能服务转变为变革目标。</p> <p>b) 企业应建立体系化的变革驱动模式,涵盖组织结构、管理流程和企业文化等多方面的变革机制。</p> <p>c) 企业应建立验证机制,分析局部变革有效性,调整组织结构、管理模式等,通过制定关键指标驱动变革优化。</p> <p>d) 企业应构建变革风险监测指标、方法与体系,通过数字化技术监测风险处置过程,全面考量战略调整或业务变化对财务、市场等多维度的影响。</p> <p>e) 企业应从整体战略角度评估变革成效,如市场份额、盈利能力和品牌价值提升等。</p>	<p>a) 企业应以开展跨组织网络化协同和社会化协作,推进生产方式向智能、柔性转变,业务形态向智能产品+智能服务转变,经营方式由基于价值链向网络化、平台化组织转变,创新范式向数据、智能驱动转变为变革目标。</p> <p>b) 企业应建立基于数据的变革驱动模式,自动识别变革需求。</p> <p>c) 企业应跟踪监测变革全流程,建立产业链级变革发展关键指标,驱动变革优化与进步。</p> <p>d) 企业应实现变革风险动态监测与告警,针对企业变革对产业链的影响进行风险管理。</p> <p>e) 企业应基于数据模型,实现变革成效关键指标自主关联,精准识别优化关键项与二次变革的驱动因素指标。</p>	<p>a) 企业应以实现行业产业链范围内数据的按需获取、实现跨企业的数据共享与智能交互,形成成熟的新型业务模式,带动实现企业自身业务模式和本行业商业模式的整体变革为目标。</p> <p>b) 企业应建立与合作伙伴、供应商、客户及整个生态系统关系重塑的变革机制,促进生态协同进化。</p> <p>c) 企业应构建基于数据的变革驱动模式,实现变革管理的自识别、自分析、自决策与自提升,推动供应链、合作伙伴管理及资源共享的体系化变革。</p> <p>d) 企业应基于数据与模型预测变革风险,通过数字化技术实现预案启动与实施,兼顾产业链上下游各方共同发展,保障协同变革顺利推进。</p> <p>e) 企业应综合考虑产业链协作效率、供应链优化、市场响应速度及共赢机制,利用智能分析模型评估变革绩效并自主提供优化建议,持续提升变革效果。</p>
技术	信息安全	<p>a) 企业具备工控安全意识,进行基础的安全培训,在使用工业级安全产品及服务前提下,生</p>	<p>a) 企业已建立工控安全基础架构、安全审计机制,实施安全域划分,确保关键生产设备和系统的安全。</p>	<p>a) 企业建立工控安全标记和访问控制机制,能够进行主动的工控安全防护和风险评估。</p>	<p>a) 企业工控安全系统采用先进的安全技术和工具,能够进行多层防御和综合安全防护。通过设备与工控系统的</p>	<p>a) 企业通过智能化技术的应用,能够进行持续的工控安全智能管控与优化创新,实现工控安全风险与处置的自</p>

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
		<p>产设备可正常运行。</p> <p>b) 企业在项目层面设置了数据安全标准与策略,进行了数据访问授权、数据安全监控与管理。</p> <p>c) 建立基本的网络安全管理制度。使用基础的网络安全产品,如防火墙、防病毒软件等。进行基础的网络安全培训和意识提升。</p> <p>d) 应明确数字化转型活动中的信息安全要求,确保信息安全工作的规范化和制度化。</p>	<p>b) 企业在业务部门层面建立了数据安全标准、管理策略和流程,对数据进行安全等级的划分和数据利益相关者需求的识别,并进行数据访问、使用等方面的监控,对潜在数据安全风险进行了分析,制定了预防措施。规范了数据安全审计的流程和相关规定。</p> <p>c) 建立网络安全审计机制,记录和分析系统操作日志。实施网络分区,划分不同的安全域。定期进行网络安全风险评估。建立网络边界安全访问控制能力,及网络关键节点入侵检测和恶意代码检测能力。项目建设网络安全等级应符合相关等保认定要求。</p> <p>d) 应将数字化转型过程中的信息安全风险纳入风险管理的全过程,并控制相关风险到可接受范围。应建立信息安全管理体系,包括安全策略、安全组织、安全制度、安全技术等方面。</p>	<p>b) 在企业层面建立了统一的数据安全标准、管理策略、管理流程、安全审计的流程与计划,符合国家标准或行业标准的相关规定;能识别组织内外部的数据安全需求与安全隐患,规范利益相关者在数据安全过程中的职责;对数据进行了全面的安全等级划分和需求定义,通过数据脱敏、加密、过滤等技术保证数据的隐私性;定期开展数据安全风险分析活动,并制定风险预防方案,形成数据安全知识库。</p> <p>c) 实施安全标记和访问控制,确保数据和资源的安全访问。建立完善的网络安全监控和应急响应机制。定期进行网络安全漏洞扫描和渗透测试。建立数据加密和备份恢复机制。</p> <p>d) 应对信息环境进行监测预警,定期开展信息安全防护措施的检测评估活动;应建立全员理解和掌握信息安全保护的技术与方法,确保信息安全漏洞与威胁能够及时发现并得到有效处置。应建立应急响应机制,制定应急预案,及时处理信息安全事件。</p>	<p>数字模型,实现物理设备和生产系统的安全协同管控与安全态势动态研判。</p> <p>b) 组织内外部的数据安全需求和组织的数据安全标准和策略进行了关联;能根据内外部环境的变化定期优化提升数据安全标准与策略。重点数据的安全控制可落实到字段级,明确核心字段的安全等级和管控措施。建立数据分类和分级保护机制,确保敏感数据的安全。内部审计和外部审计协同推动数据安全工作的开展,提出数据安全工作的改进建议。</p> <p>c) 建立结构化的网络安全管理体系,涵盖人员、技术和操作等多个方面。实施多层防御策略,包括网络、主机、应用等多个层面的安全防护。</p> <p>d) 应建立完善的信息安全防护体系,开展攻防演练,实现主动防御和安全事件应急处置;应及时获取安全威胁情报,并通过数据模型动态研判信息安全态势。</p>	<p>优化、自决策等。</p> <p>b) 能主动预防数据安全风险,并对已发生的数据安全问题进行溯源和分析。数据安全审计是组织审计工作的重要组成,数据安全审计能推动数据安全标准和策略的优化及实施。</p> <p>c) 实施严格的访问验证机制,确保只有授权用户可以访问关键资源。采用先进的安全技术和工具,能实时监控和记录所有网络活动。建立应急响应和灾难恢复计划,确保在发生安全事件时能够迅速恢复业务。</p> <p>d) 应基于大数据、人工智能等技术,预测新技术、新模式、新业态带来的潜在信息安全风险,并自动给出有针对性的解决方案。应实现信息安全与产业转型升级的一体化融合,确保信息安全风险与处置的自优化、自决策等。</p>

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
	研发管理	<p>a) 应建立采选/冶炼/加工作业相关的基础数据库，存储勘探数据、采矿设计、选矿工艺参数等，具备采用数字化工具开展产品设计、研发管理的基础能力。</p> <p>b) 数字化研发设计工具普及率达到 20%以上。</p> <p>研发技术资料和成果可数字化存储。</p> <p>c) 建立了研发数据共享和跨部门协作机制。</p> <p>d) 研发管理体系初步具备数字化响应能力，确保流程的规范性和高效性。</p>	<p>a) 应具有研发管理数字化相关的专业团队与资源；应用数字化技术进行地质建模、采矿设计、工艺仿真等研发工作，支持三维可视化。</p> <p>b) 在项目层面采用基本的数字化工具，如项目管理软件、文件管理系统等。数字化研发设计工具普及率达到 35%以上。</p> <p>c) 研发数据通过信息系统进行管理，部分团队间能够共享数据。</p> <p>d) 实现模型驱动的产品研发、工艺设计、仿真验证等数字化研发设计。</p>	<p>a) 构建完善的采选/冶炼/加工数字化研发治理与管理体系统，确保研发活动的有效管理。</p> <p>b) 应实现研发项目的全过程数字化管理，实现多领域协同的研发设计，促进多专业、多学科、多部门之间的并行合作。数字化研发设计工具普及率达到 60%以上。</p> <p>c) 研发数据和知识库实现跨部门共享，技术团队和研发管理团队能够实时访问所需数据和信息。</p> <p>d) 研发设计可与生产作业、运营维护等环节协同和联动，通过生产作业和运营维护等环节的反馈，提高研发设计的有效性、精准性。</p>	<p>a) 构建支撑整个研发生命周期管理的综合研发平台，促进业务、组织、技术和流程的深度融合、创新模拟与验证，实现企业内外部的研发资源、知识和能力能够在线共享、社会化协同和按需灵活调用。</p> <p>b) 研发管理实现智能化和自动化，可基于数据分析和 AI 技术对研发进度、资源、成本等进行智能监控和优化。数字化研发设计工具普及率达到 75%以上。</p> <p>c) 能够跨部门、跨团队高效协作，实时共享项目数据，促进创新和协作，打通研发平台与业务平台的数据交互通道，确保业务需求与参数的实时获取，以及研发成果的快速应用与反馈。</p> <p>d) 使用人工智能和机器学习模型对研发项目进行趋势预测、风险分析和资源优化，可以自动生成优化方案。</p>	<p>a) 应基于统一的研发协同平台，驱动生态链内各合作伙伴之间的协同创新，实现生态合作伙伴间研发资源、知识、能力等的生态化共建、共创和共享。</p> <p>b) 研发管理支持自动化知识更新和信息推荐，提升技术创新效率。数字化研发设计工具普及率达到 90%以上。</p> <p>c) 应实时共享所有项目数据，确保研发目标和进度始终保持一致，能够快速响应变化的市场需求和技术发展。</p> <p>d) 实现智能驱动的研发设计活动的全面协同和自学习优化，优化研发路线和项目组合，实现持续创新和技术突破。</p>
数据	业务数据化	<p>a) 主要采用信息技术手段实现业务数据的半自动采集。在重点项目层级使用设备数据直接接入、边缘网关接入、第三方系统接入等接入方</p>	<p>a) 可识别局部业务的转型需求，形成关键数据的需求清单，根据需求使用智能传感器和仪器仪表、检验检测装备等实现关键数据的自动采集。可实现数据自动采集上</p>	<p>a) 可实现数据自动采集上传的关键装置装备占比企业的设备装置数量不低于 90%。可通过统一的数据访问方式和数据编码检索、读取设备装置的感知数据；不同系统之</p>	<p>a) 企业的关键设备装置全部可实现基于定制规则的数据自动采集上传。企业具备识别业务模式的数据按需采集能力。</p>	<p>a) 企业可根据外部业务需求的变化，自主调整数据采集内容和频率等，具备基于数据自分析的数据采集自优化能力。</p>

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
		<p>式,并通过工业传输协议、网络传输协议等获取物联网感知设备数据。</p> <p>b)应具有数据模型开发和管理的规范,并指导数据结构设计。应在项目层面进行数据分布关系管理,生成和维护各类元数据。</p> <p>c)通过数据质量分析工作提升员工数据质量的意识,建立良好的数据质量文化。</p> <p>d)数据模型创建采用已定义的业务术语。在项目层面能够确认参考数据、主数据、数据元和指标分析数据的范围</p>	<p>传的关键装置装备占比企业的设备装置数量不低于70%。</p> <p>b)应结合业务发展需要,建立数据模型,并辅助应用系统建设。应制定数据分布关系管理规范,在业务领域层面,梳理数据和流程、组织、系统之间的关系,对元数据分类并设计元模型,实现部分元数据应用,如血缘分析、影响分析等,初步实现本领域内的元数据共享。</p> <p>c)应分析项目中的数据质量管理需求,并进行质量管理。基于出现的数据质量问题,开展数据质量检查、分析和评估。对业务部门或应用系统中出现的数据问题进行数据质量校正。</p> <p>d)应建立业务数据术语标准,保证术语定义的一致性。应建立参考数据和主数据的数据标准和管理规范,整合并描述部分参考数据和主数据的属性。应建立数据元识别方法,进行数据元的识别、创建,建立数据元管理和应用的规范;应统一指标数据标准和管理规则。</p>	<p>间的数据实现分类管理、融合和互联互通。</p> <p>b)应对组织中所有应用系统数据现状进行梳理,建立覆盖业务经营管理和决策数据需求的数据模型。应建立统一的数据资源目录,应统一管理多个业务领域及其应用系统的元数据,并执行统一的元数据集成和变更流程;各类元数据内容应以服务的方式在应用系统之间共享使用。</p> <p>c)应制定数据质量相关管理规范;应识别关键业务数据的质量需求,设计满足需求的数据质量评价指标,并建立数据质量规则库。应建立数据质量问题评估分析方法,制定数据质量分析报告,指导数据质量提升工作;应建立数据质量跟踪记录,制定并实施数据质量问题预防方案。</p> <p>d)应实现业务数据、参考数据、主数据和指标数据等的统一标准化管理。</p>	<p>b)应根据组织和外部需求变化,持续优化数据模型。应通过数据分布关系的梳理,量化分析数据工作的业务价值;应与外部组织合作开展元模型融合设计、开发;与少量外部机构实现元数据采集、共享、交换和应用。</p> <p>c)应制定统一的数据质量评价体系、分析方法及相应的规则库,定期进行数据质量问题分析。应定期开展数据质量提升工作,制定数据质量提升方案。</p> <p>d)应量化分析业务数据、参考数据、主数据和指标数据等的标准化管理效率,并定期对于管理流程进行优化。</p>	<p>b)应引导生态伙伴参与构建数据模型体系,覆盖生态业务,并与其他相关流程有效配合。数据分布关系的管理流程可自动优化,提升管理效率。参与行业和生态圈的元数据采集、共享、交换和应用。</p> <p>c)数据质量需求分析应融入数据生存周期管理的各个阶段;应建立数据质量问题的经济效益评估模型,分析数据质量问题的经济影响;应及时发现潜在的数据质量风险,预防数据质量问题的发生。应能通过量化分析的方式对数据质量提升过程进行评估,并对管理过程和方法进行优化。</p> <p>d)应通过业务数据、参考数据和主数据、数据元、指标数据等数据标准促进数据应用和数据价值的实现。</p>
	数据管理	<p>a)企业应制定反映业务发展战略的数据战略规划,明确数据管理目标、范围、任务和优先级,</p>	<p>a)企业应识别数据管理利益相关者,实现数据战略与业务战略的关联,评估关键数据管理与转型愿景的差距,</p>	<p>a)企业应编制详细实施路径文件并建立评估准则,指导工作开展。</p>	<p>a)企业应通过数字化手段优化数据战略实施过程,动态调整战略实施优先级,确保数据管理工作及时满足业务</p>	<p>a)企业应引导产业链上下游参与数据治理体系建设,有效配合业务流程,促进内外数据治理与应用。</p>

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
		<p>指导业务执行。</p> <p>b) 企业应在组织范围内建立数据治理责任体系,建立项目级数据治理规范。</p> <p>c) 企业应在项目层面建立数据分类分级需求和管理规范,匹配业务目标和应用需求,开展分类分级管理。</p> <p>d) 企业应建立含数据需求识别、设计开发、运维和退役的数据生存周期管理制度,确保数据活动与业务目标一致。</p> <p>e) 企业应对数据资源进行标准化处理,明确数据协同与互操作的目标。</p>	<p>制定数据管理任务目标和实施方向。</p> <p>b) 企业应建立跨部门数据治理制度和计划,在利益相关者间达成一致。</p> <p>c) 企业应建立数据分类分级标准并执行,与数据标准、数据安全、质量要求协调一致,形成工业数据分类分级清单。</p> <p>d) 企业数据需求识别与变更、设计开发、运维和退役应有效匹配业务全流程,建立数据生存周期质量评价标准并执行。</p> <p>e) 企业应建立数据共享服务规范和集成平台,统一管理数据接口,制定数据开放共享策略和流程,实现单一业务活动的数据共享。</p>	<p>b) 企业应制定数据治理评价标准、制度框架和统一工作流程,并监督执行。</p> <p>c) 企业应在系统、业务等发生重大变更时及时更新分类分级结果,实施年度复查。</p> <p>d) 企业数据设计与开发能支撑数据战略的落地,有效促进数据的应用;数据退役提升了数据访问性能、降低了数据存储成本,并保证了数据的安全。</p> <p>e) 企业应实现跨业务活动间的数据共享与交互,制定开放共享数据目录和策略,支持内外部数据流通。</p>	<p>发展需求。</p> <p>b) 企业应通过数字化手段量化评估并优化数据治理执行情况,扩大与产业链上下游的沟通范围,提升全员对数据业务价值的认知。</p> <p>c) 企业应适当共享不同类别和级别数据以释放价值,通过数字化手段评估并持续优化数据分类分级管理流程。</p> <p>d) 企业应通过数字化手段量化评估数据需求识别、设计开发、运维和退役流程的有效性,持续优化各环节。</p> <p>e) 企业应实现跨部门的数据共享与交互,能预见性采用新技术,持续优化和提升数据协同与互操作能力。及时了解共享数据的利用情况,定期评估开放数据的安全、质量,消除相关风险。</p>	<p>b) 企业应引导产业链上下游开展数据分类分级。</p> <p>c) 企业应识别外部商业机构对本组织的数据需求,促进基于数据的商业模式创新。应结合业务发展需求与内外部环境变化,实现数据需求识别、设计开发、运维和退役的数据生存周期管理优先级的动态调整与自主优化。</p> <p>d) 企业应实现行业产业链范围内数据的按需获取、开发和利用,实现跨组织(企业)的数据共享与智能交互,促进组织竞争力的提升。</p>
	数据资产	<p>a) 应制定数据资产发展规划。</p> <p>b) 应响应数字化需求,识别相关数据资源并对关键业务流程和核心数据开展数据资产的排查,明确数据资产范围,建立项目层面的、符合数据资产范围的数据资产目录。</p>	<p>a) 应制定数据资产相关标准、管理制度和过程规范,明确数据资产的建设方向、范围和优先级。</p> <p>b) 应制定数据资产管理和更新策略,更新数据资产目录,形成业务领域层面的数据资产目录并定期更新。</p> <p>c) 应对关键数据资产进行登记,确权机制初步形成,开</p>	<p>a) 应对数据资产进行分类分级,明确各类数据资产管理目标。</p> <p>b) 应形成组织层面的分类分级数据资产目录并定期更新。应对数据资产进行标准化管理,建立授权使用机制,确保数据资产使用合法合规。</p> <p>c) 企业所有数据资产应实现</p>	<p>a) 数据资产范围向上下游合作伙伴拓展,并不断拓展应用场景。</p> <p>b) 应实现数据资产盘点与业务需求对接、数据资产互通等,可及时响应服务、统计、分析等业务需求。</p> <p>c) 应明确数据资产持有、加工使用权和经营权权利归属,构建形成分类科学的数</p>	<p>a) 数据资产排查与更新应实现与业务发展的自动化、智能化匹配。排查与更新模式在行业内外推广与应用。</p> <p>b) 数据资产价值评估、登记、确权流程高度自动化、智能化,能够根据业务的变化调整优化相应的价值评估、登记、确权策略。</p> <p>c) 应基于算法和模型实现数</p>

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
		<p>c) 应制定数据资产价值评估的原则与规范。</p> <p>d) 在确保安全和合规的前提下, 制定数据资产流通、交易、审计与销毁的基本流程和规范。</p> <p>e) 应形成数据资产的价值评估机制。</p>	<p>始实施数据资产确权流程, 数据资产所有权和使用权初步明确。</p> <p>d) 应制定和完善数据资产交易定价模型与机制、形成数据资产流通、交易规则 and 标准。</p> <p>e) 应探索数字资产的衍生产品和市场化运作模式。</p>	<p>数据资产登记流程标准化。数据资产确权流程得到优化, 数据资产所有权和使用权明确。</p> <p>d) 应实现数据资产流通与交易流程标准化, 制定数据资产收益分配机制。实施定期的数据资产审计、销毁计划, 建立审计、销毁记录和报告制度, 对所持有或控制的数据资产定期更新维护, 实现数据资产审计、销毁流程规范化。</p> <p>e) 应定期开展数据资产盘点、应用效果评估和流通风险分析等, 强化数据资产的风险防范能力和价值挖掘能力。</p>	<p>据资产产权体系。</p> <p>d) 应建设数据资产流通、交易、审计与销毁的数字化管理和实时监控能力。建立与数据资产联动的业务运营规则, 与外部合作伙伴进行数据流通、交易, 促进数据资产合规高效流通使用, 实现数据资产持续增值。</p> <p>e) 应将数据资产作为生产要素纳入资产负债表, 开展数据资产的业务价值评估。应探索数据资产资本化的新模式。</p>	<p>据资产的自动提供、价值度量、智能交易与交易效果评估, 具备实时响应业务新需求的能力。建立数据资产服务运营相关的收益分配机制, 将自身数据资产融入行业生态, 支撑生态可持续发展。</p> <p>d) 应构建共治共享的数据资产管理格局, 实现数据资产的最大化利用。将数据资产转化为资本, 实现价值最大化。</p>
	数据业务化	<p>a) 企业应开展项目层面常规数据分析和数据接口开发, 建设统一数据分析平台, 满足生产和经营决策需求。</p> <p>b) 企业应建立数据资源分类规范与标准, 实现数据资源分类。</p> <p>c) 企业应根据外部用户需求进行数据服务定制开发。</p> <p>d) 企业应形成初步的数据驱动业务感知、决策、</p>	<p>a) 企业应制定数据分析应用管理办法, 开展数据分析应用建设, 形成基于数据分析的业务分析与决策能力(如生产效率、质量、成本等方面)。</p> <p>b) 企业应梳理核心业务数据, 实现数据资源标签化, 建立数据资源目录, 提供数据查询与资源对接服务。</p> <p>c) 企业应明确数据服务的安全、质量、监控等要求, 定义数据服务管理流程和策略, 实现数据服务规范化管</p>	<p>a) 企业应统一整合数据资源, 支持跨部门业务数据协同分析和结果复用, 助力生产优化和效率提升; 能依托数据统一溯源方式实现数据资源协调。</p> <p>b) 企业应推进数据资源资产化, 建立数据资产地图, 标注数据权属和资产唯一标识。</p> <p>c) 企业应制定数据服务目录, 统一数据服务对外提供方式和平台, 依托数字化手段规范服务监控方式, 量化</p>	<p>a) 企业应建立数据模型库, 支持业务快速分析, 实现在设计、生产、管理、服务等环节的智能化应用, 支撑业务创新与转型, 如智能化生产、预测性维护等; 能实时优化数据模型, 实现任务精准执行、结果预测与风险控制。</p> <p>b) 企业应构建数据资产估值模型, 量化数据资源经济价值, 推动生产和管理体系智能化转型; 基于隐私计算等技术实现数据资源安全共享, 促进跨产业链数据融合</p>	<p>a) 企业应推动自身数据业务创新, 与其他业务流程配合, 引导产业链上下游参与构建数据分析与服务体系, 依托数据分析推动产业链发展与变革。</p> <p>b) 企业应将数据作为核心生产要素参与行业资源调配, 通过开放共享创造社会价值, 提升组织竞争力。</p> <p>c) 企业应形成覆盖行业产业链的数据服务产业, 催生新的数据服务业务模式与商业价值。</p>

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
		<p>交付、创新能力。如基础数据收集和监控、基于数据进行简单决策、业务标准化交付和模式创新探索。</p> <p>e) 企业应形成基础数据分析工具、标准化 API 接口等数据产品，具备 API 开发运维和模块化产品设计能力。</p>	<p>理。</p> <p>d) 企业应具备实时数据采集、监控和处理能力，及时发现业务异常；应形成数据驱动业务优化能力，提出优化建议；应实现业务流程精细化管理，提高交付效率；应基于数据实现敏捷开发、方案快速迭代和产品化创新。</p> <p>e) 企业应形成数据 API 订阅服务、轻量级 SaaS 产品等订阅类业务模式，建立服务标准化与定价能力。</p>	<p>评估服务效果。</p> <p>d) 企业应实现数据深度感知和业务实时分析预警，快速响应业务变化；形成实时数据驱动的场景化决策能力，进行动态业务决策；实现数据驱动业务交付和创新的实时性，动态响应客户需求，建立新型商业模式。</p> <p>e) 企业应形成自动化数据服务等场景化数据产品，支持业务深度挖掘；构建数据驱动的平台经济模式。</p>	<p>与业务创新。</p> <p>c) 企业应与外部相关方合作开发数据服务产品，形成数据服务产业链；应根据外部需求变化，自主优化数据服务，通过数据服务提升组织竞争力，实现数据价值。</p> <p>d) 企业应形成多源数据融合深度分析能力，提供全面业务洞察；实现数据驱动决策、业务交付的全面集成，支持复杂业务综合决策和动态交付；实现数据驱动的跨部门、跨系统协同业务创新。</p> <p>e) 企业应形成智能化数据产品，提升数据产品商业价值和市场竞争能力；形成跨领域数据融合与价值挖掘的业务模式，如数据+行业跨界产品、数据资产证券化等。</p>	<p>d) 企业应形成智能化数据感知能力，实现业务自适应分析和优化；实现数据驱动业务决策、交付、创新的智能化，自适应优化业务决策、交付和创新过程。</p> <p>e) 企业应形成跨产业链流通的数据产品，推动业务创新；形成新兴数据产品商业模式，如数据定义的新产业。</p>
资源	基础设施	<p>a) 企业应制定自动化设施建设规划并实施，关键工序自动化设备占比 60%，逐步提升自动化设备集成度和联网能力；推动业务流程自动化，优化设备控制系统，减少人工操作和监控。</p> <p>b) 企业应制定物联网设施建设规划并实施，实现 70% 的关键设备通过协议连接；逐步扩大物</p>	<p>a) 企业应引入不小于 80% 的自动化设备和自动化控制系统执行重复性任务，实现主要业务流程自动化和基本流程集成。</p> <p>b) 企业实现 80% 设备通过标准协议连接和基本物联网覆盖，通过物联网实现设备远程配置和更新；物联网数据与业务系统基本集成，业务流程效率不断提升；物联网安全策略与监控响应机制不</p>	<p>a) 企业关键生产流程应实现 80% 自动化设备覆盖和设备协同工作，具备一定自适应调整能力；建立集成的高级自动化智能控制系统，如自动生产线、机器人协作系统等，实现生产实时监控和作业优化。</p> <p>b) 企业应实现 90% 设备通过标准协议连接，实现广泛物联网网络覆盖，支持物联网设备批量配置和远程升级；形</p>	<p>a) 企业应引入人工智能等技术，形成设备高度自动化协同网络，实现自动化设备 100% 覆盖，设备状态在线分析预警、智能控制和复杂生产任务实时监控、调度、决策支持和自主执行。</p> <p>b) 企业应实现 100% 设备通过标准协议连接，物联网连接高度可靠，冗余和故障转移能力强；物联网设备管理高度自主化，构建了物联网设</p>	<p>a) 企业自动化设备具备高级自诊断和自调整功能，具备自主学习能力，能够预测和优化生产过程，实现端到端业务流程智能化控制和自我优化。</p> <p>b) 企业应实现物联网络管理高度自动化与智能化，可实时优化连接状态和性能；实现产业链物联网能力共建共创共享；物联网设备具备自我诊断和修复能力；实现物联</p>

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
		<p>联网覆盖范围，加强物联网数据采集和处理能力，提升设备更新效率，增强设备状态监控能力。</p> <p>c) 企业应制定网络基础设施建设规划并实施，建立基本的局域网和广域网连接，覆盖关键业务领域并满足其需求；网络设施具有可扩展性，以适应未来中期业务发展。</p> <p>d) 企业应制定数据基础设施建设规划并实施，在关键业务与核心项目层面实现数据的自动化采集、汇聚和标准化处理。</p> <p>e) 企业应规划建设工业互联网平台并建设专业型工业互联网平台，包含边缘计算平台、工业PaaS平台和工业DaaS平台，Daas平台、Paas平台等具体能力要求，可参照 GB/T 42562-2023、GB/T 44067-2024 系列标准 相关要求。</p> <p>f) 企业应规划建设人工智能基础设施，构建基础算法库和简易模型训</p>	<p>断提升。</p> <p>c) 企业实现业务领域内外网网络全覆盖，网络性能满足80%业务需求；网络安全性能不断提升，网络设施可扩展性支持中期业务发展。</p> <p>d) 企业数据基础设施应实现业务数据跨系统集成，具备数据分析挖掘、可视化和数据应用开发能力；可实现数据风险评估和分类管理，保障数据安全。</p> <p>e) 企业应通过特色型工业互联网平台建设，推进人、机、料、法、环的泛在连接和设备上云、业务上云。</p> <p>f) 企业应拓展算法库，优化模型训练平台，具备自动化训练能力，支持中等复杂度模型训练；在多个业务领域推广智能应用，初步实现业务流程智能化改进。</p> <p>g) 企业应提升云计算资源规模，支持中等规模业务多样化计算需求，引入边缘计算节点；增加智能计算设备数量构建小型智能计算集群，具备一定并行计算能力，支持多个业务场景模型推理和小规模训练任务。</p>	<p>成标准化的物联数据实时采集和数据分析能力，物联网数据与业务系统集成支持复杂业务流程自动化与业务决策。</p> <p>c) 企业采用先进网络技术改造内外网，满足生产低时延、高可靠需求；网络性能满足100%业务需求，支持多种接入方式和高带宽低延迟应用；网络设施可扩展性可快速适应业务变化和新技术应用，开始建设新型网络基础设施。</p> <p>d) 企业数据基础设施可实现跨平台安全共享和云端部署，支撑实现数据模式深入挖掘、业务自动化执行和数据驱动决策与业务优化；探索建设高存力、高算力、高能效的新型数据基础设施。</p> <p>e) 企业应建设综合型工业互联网平台。</p> <p>f) 企业人工智能基础设施具备分布式训练能力，支持复杂算法和大规模模型开发；通过人工智能技术优化业务流程，显著提升业务效率与质量，推动业务模式创新，形成基于人工智能的核心竞争力。</p>	<p>施对外赋能能力，实现动态安全防护。</p> <p>c) 企业应建设完善的新型网络基础设施，如新型工业网络等。</p> <p>d) 企业数据基础设施可实现多源数据实时接入和跨组织安全可信共享；实现实时数据高效处理和决策支持。</p> <p>e) 企业应建设行业级综合型工业互联网平台，开展基于平台的业务创新，发展数字化管理、网络化协同、智能化生产、个性化定制、服务化延伸、可视化治理等新模式。</p> <p>f) 企业人工智能基础设施应具备行业大模型建设能力，训练与推理能力显著，并可融合物理机理模型；具备自主研发能力，模型训练平台实现智能化、自动化管理，可根据任务需求自动选择合适的计算资源、算法和训练策略，支持跨平台、跨组织的模型协同训练；</p> <p>g) 企业应建设具备弹性扩展和灵活调度能力的算力调度机制和智能计算能力，支持大规模异构并行计算；具备强大的边缘智能计算能力，</p>	<p>网与业务系统的完全融合，驱动业务创新与智能决策，形成竞争优势。</p> <p>c) 企业应不断优化网络性能和连接性，以即时响应业务需求变化；构建自适应和智能的网络基础设施，能够根据实时数据和预测模型自动调整网络参数。新型网络基础设施对外赋能效果显著。</p> <p>d) 企业应依托下一代互联网、卫星互联网等技术升级数据基础设施，支持产业链实时业务数据的智能自主分析、跨企业按需共享和业务流程自主匹配与优化；新型数据基础设施，对外赋能取得良好效果，形成创新服务和新的商业模式。</p> <p>e) 企业应建设跨行业、跨领域、跨区域工业互联网平台，在产业链内拓展基于平台的业务创新和服务模式，形成创新服务和商业模式。</p> <p>f) 企业人工智能基础设施应自适应不同企业、不同场景的复杂需求，实现算法模型的自主训练优化；通过人工智能驱动产业链协同创新和行业商业模式变革。</p> <p>g) 企业应建设具备自适应优</p>

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
		<p>练平台，开发和部署智能化应用。</p> <p>g) 企业应搭建基础云计算平台，提供基本计算资源，满足小规模业务需求；引入简单智能计算设备，拓展应用场景，支持更多业务的初步智能化尝试。</p> <p>h) 企业应制定基础网络安全策略，部署基本网络安全设备，防范常见网络攻击；建立数据安全防护系统，支持数据备份和加密，实施关键业务区域安全防护，确保数据和业务安全。</p> <p>i) 企业应初步实现关键基础设施互联互通，支持局部业务协同；制定简单资源调配规则，实现有限范围内的资源调配，逐步提升基础设施体系化服务能力，满足企业内部基本业务需求。</p>	<p>h) 企业应提高网络攻击检测防御能力；建立安全风险评估机制，定期评估系统安全，整改隐患；提升网络安全能力，支持内外网安全运行。</p> <p>i) 企业应实现计算、存储、网络等资源的可视化管理和半自动调配，能够根据业务需求进行初步的资源优化配置。探索对产业链上下游企业提供基础设施服务的模式。</p>	<p>g) 企业应形成强大的智能计算能力，支持大规模模型训练与推理，满足复杂业务需求；采用先进计算架构和技术的算力设施，构建云边端协同计算布局。</p> <p>h) 企业应构建多层次安全防护体系，融合网络安全、应用安全、数据安全等多领域防护技术，实现安全威胁的实时监测、预警与响应。</p> <p>i) 企业应实现基础设施全面互联互通，资源占用自动感知和智能分析，可根据业务负载快速精准分配资源；逐步成熟对外赋能模式，向行业内企业提供多样化基础设施服务。</p>	<p>支持实时数据处理和本地任务智能决策。</p> <p>h) 企业应构建智能安全防护系统，自动识别应对新型威胁，具备自我学习进化能力；建立安全责任追溯机制，强化安全管理有效性。</p> <p>i) 企业应实现跨组织、跨企业基础设施互联互通，资源统一管理和最优调配。</p>	<p>化能力的智算资源，支持跨组织、跨业务的高性能计算场景需求；形成云边端智能协同计算体系，支持产业链级实时计算和优化。</p> <p>h) 企业应形成安全威胁主动防御体系，具备智能攻防对抗能力，支持产业链级安全策略协同；对外输出安全防护能力。</p> <p>i) 企业应建设基础设施资源调配自适应优化能力，实现产业链基础设施资源全局最优调配。</p>
	应用支撑资源	<p>a) 企业应具备基础的开发工具、应用开发环境、应用运行环境。建立应用管理机制。</p> <p>b) 能够进行基础的应用开发和部署。具备初步的应用管理能力，能够</p>	<p>a) 企业应系统性规划数字化转型信息系统建设的应用支撑资源，制定技术标准、构建应用支撑平台、建立应用数据管理机制并开展应用性能优化。</p> <p>b) 应能够支持多用户并发访</p>	<p>a) 企业应构建满足多要求的弹性可扩展技术平台和集成环境，支持复杂业务应用开发、运行、管理及与企业信息化系统集成。</p> <p>b) 能够形成应用开发等的弹性伸缩能力、快速迭代、敏</p>	<p>a) 企业应封装内部应用支撑资源为服务，对外提供应用开发服务，建立应用性能优化模型，支持实时数据流分析和应用性能自主优化。</p> <p>b) 应支持集群部署、分布式服务、横向扩展等，能够形</p>	<p>a) 企业应实现应用支撑资源的产业链上下游服务协同，支持与外部合作伙伴的应用集成、资源协同和共享，引领应用支撑资源向平台化和服务化发展。</p> <p>b) 能够引领行业应用创新，</p>

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
		<p>监控应用的基本运行状态，支持简单的业务流程数字化。</p> <p>c)应用运维人员具备基础的IT维护技能，能够处理简单的硬件和软件故障。初步建立基础的监控和工单系统，覆盖最基本的运维需求。</p>	<p>问和业务流程的自动化。具备应用性能优化能力，能够提升应用的响应速度和稳定性。能够形成统一技术栈，构建可复用的模块化能力和开发流程标准化能力。</p> <p>c)应配备专职运维人员，掌握基础数据处理和自动化工具使用能力，建立基本的系统维护与管理流程。</p>	<p>捷交付、安全扩展能力。能够实时监控应用性能，及时发现和解决潜在问题。</p> <p>c)企业应组建覆盖企业主要业务流程的专职运维团队，形成企业级运维体系，运维人员能够管理和优化跨部门的系统运维。</p>	<p>成应用开发和部署等的生态连接能力，通过对接供应商、客户、第三方服务等实现业务应用的快速创新。</p> <p>c)运维团队应支持全企业跨部门、跨平台的协同运维需求，利用数据分析和AI技术实现预测性维护和智能化优化。</p>	<p>形成独特的竞争优势。具备应用生态的构建和管理能力，能够与外部伙伴协同创新。能够持续推动应用的业务模式创新和价值创造。</p> <p>c)运维团队支持与外部合作伙伴的协同运维。</p>
	资金与人才	<p>a)企业应设立多种资金，包括转型战略规划、技术投资、基础设施建设、人才发展、运营维护、风险管理等。近三年平均数字化投入总额占营业利润额的平均比例（企业成立不满三年按照实际成立时长计算年均投入）同比增长范围为(0%, 10%]。</p> <p>b)企业应识别数字化转型所需人才，配备必要人员（如信息技术和安全人员），明确职责，并开展培训。</p>	<p>a)企业近三年平均数字化投入总额占营业利润额的平均比例同比增长范围为：(10%, 20%]。</p> <p>b)企业应结合公司业务发展，开展数字化人才引进和培训教育工作，建设适应数字化转型需求的专业人才队伍。</p>	<p>a)企业近三年平均数字化投入总额占营业利润额的平均比例同比增长范围为：(20%, 30%]。</p> <p>b)企业应建立数字化转型人员队伍建设、考核机制和培训体系。通过职责考核、培训、奖励激励等措施，鼓励员工创新和参与数字化转型项目。</p>	<p>a)企业近三年平均数字化投入总额占营业利润额的平均比例同比增长范围为：(30%, 40%]。</p> <p>b)应有效识别并吸纳培养信息技术创新、数字化转型管理等高级人才。培育人员使用数据发现问题、分析问题、解决问题的能力。</p>	<p>a)企业近三年平均数字化投入总额占营业利润额的平均比例同比增长范围为：(40%, 100%]。</p> <p>b)企业应建立专门的专家团队、研究团队、执行团队，支撑生态体系建设；应对外输出本单位培养的数字化人才并提供相关转型服务。</p>
	行业知识沉淀	<p>a)应重视采选、冶炼、加工等行业知识、机械化、自动化、信息化、数字化、网络化、智能化、运维等知识在数字化转型中的作用，形成数字化意识。</p>	<p>a)采选、冶炼、加工等行业知识与机械化、自动化、信息化、标准化、数字化、网络化、智能化、运维等知识开始融合，逐步形成行业转型新生知识和数字化认知能力。</p>	<p>a)在企业员工数字化认知能力提升的基础上，不断将项目、业务领域、组织等不同层面的数字化转型实践经验加以沉淀，培育数字化思维，形成组织层面数字化转型知识体系。</p>	<p>a)企业员工在熟悉组织层面数字化转型知识体系的基础上，深入学习行业产业链、价值链相关转型知识与新兴技术，形成行业产业链数字化转型知识体系。</p> <p>b)应建立行业产业链转型知</p>	<p>a)培育数字化转型知识生态，形成行业未来发展方向预判及对应的转型知识发现能力。</p> <p>b)应推动实现数字化转型所需知识在上下游生态中的知识资源协同，创新和引领知</p>

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
		b) 在项目层面,对采选、冶炼、加工等业务、管理人员加以信息技术(IT)、网络技术(CT)、运营技术(OT)、数据技术(DT)、智能技术(“IT”)以及机械化、自动化等技术培训。	b) 在业务领域层面,识别业务数字化转型所需的知识资源要素,建立业务数字化转型知识体系,并对业务领域内所有相关人员加以知识培训。	b) 在组织层面,建立企业数字化转型知识资源体系,构建数字化转型知识库,并将行业实践经验数字化,将相关知识加以软件化沉淀,形成对外输出相关转型知识的能力。	识资源的规划模型和管理平台,对产业链数字化转型所需知识资源进行预期规划与整合管理,形成知识资源在行业产业链中的平台化赋能能力。	识管理新模式,实现知识重组和创新再造。
数 字 化 运 营	数字化财务	a) 企业应建立完善的财务管理体系,通过信息化手段开展财务分析,实现财务、固定资产管理、预算与决算决策等。 b) 具备初步的财务数字化应用能力,支持简单的财务业务处理和电子化管理。	a) 企业应对财务流程进行数字化改造,实现总账、往来、存货、固定资产、出纳 等与财务会计核算的协同和标准化,开发移动财务应用,支持移动端操作和查询,提升财务工作效率和便捷性。 b) 形成财务数据应用能力,能够支持财务决策和业务优化。能提高财务流程的效率和规范性。	a) 企业应集成财务系统与ERP、CRM等业务系统,构建业财一体化模式,实现财务、业务协同处理和联动管理。 b) 企业应实现财务与业务系统的数据共享和协同,构建合同、订单等业务协同体系,具备财务共享与业财协同能力,提升管理水平和业务处理效率。	a) 企业应用人工智能等技术实现财务数据智能分析与预测,构建财务数据反馈业务优化机制与智能优化模型,以优化业务流程、生产经营计划等,降低运行成本,支持企业在市场波动下的财务规划与资源高效利用。 b) 能够进行财务数据的深度分析和预测。具备财务数据驱动的决策支持能力,能够优化财务管理和业务流程。	a) 企业应实现与产业链和供应链财务数据共享和业务协同,提升行业整体的财务业务处理效率和管理水平。 b) 能够与外部伙伴协同创新,推动财务业务模式的持续优化和价值创造。
	数字化采购	a) 企业应建立标准化采购流程,实现采购信息化管理,建立供应商信息库。 b) 企业应进行基础采购流程管理,提高采购效率,具备初步采购数据分析能力,为采购决策提供简单支持。	a) 企业应通过数字化手段优化采购流程,减少人工干预,提升采购效率和透明度,实现采购计划制定、执行追踪和在线管控;通过采购数据的分析提高决策科学性。 b) 企业应具备采购流程标准化管理能力,提高流程效率和可控性,为采购决策提供数据支持。	a) 企业应实现采购系统与ERP、财务系统等集成,实现数据的共享和流程的协同;利用大数据和人工智能技术进行供应商评估和采购需求预测,实现采购任务自动化执行,提升采购效率和管理水平。 b) 企业应具备采购协同、需求预测和供应商评估能力,实现与供应商高效在线协同,优化供应商选择,提升供应链响应速度和采购管理效能。	a) 企业应构建数字化采购生态,与供应商、物流商紧密协同,基于数据建立采购模型,实时监控风险并预警,自动提供最优采购方案,利用智能化技术提升采购决策的准确性与效率。 b) 企业应具备采购生态构建与管理能力,与外部伙伴协同创新,推动采购业务模式优化和价值创造,实现采购流程全面智能化。	a) 企业应通过数字化采购创新应用和生态协同,赋能产业链上下游,降低产业链总体采购成本,提升采购效率和管理水平。 b) 企业应具备引领行业采购创新的能力,形成独特的竞争优势。

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
	数字化供应链	<p>a) 应制定供应链标准化流程（如采购、生产、物流等），明确各环节操作规范。</p> <p>b) 应引入基础的信息系统，如ERP、CRM系统等，实现供应链关键业务数据的电子化记录（如采购计划与订单、生产、销售、物流、仓储、售后管理等），实现业务流程规范化与信息化。</p> <p>c) 应建立供应链风险识别机制，如供应商资质审核与准入、供应商评价体系、库存预警等。</p>	<p>a) 应在关键环节（如采购寻源、生产排程）部署自动化工具，提升单一业务模块效率。</p> <p>b) 应确保采购、生产、销售、物流、仓储管理等关键业务数据在各自业务环节内的共享，实现供应链合作伙伴的初步数字化对接。</p> <p>c) 应通过数字化技术应用实现供应商的寻源、准入、评价、淘汰全生命周期管理。建立供应商评分模型，优化采购决策，降低供应风险。</p>	<p>a) 采购、生产、销售、物流、仓储、售后管理等关键业务活动可实现自动跟踪与管理。</p> <p>b) 应实现供应链相关系统（财务、生产管理、仓储等）的互通与跨业务活动的数据共享，实现供应商、制造商、物流商等各方的信息共享和协同作业，提升跨部门协作效率。</p> <p>c) 应监控采购、生产、物流等关键指标数据，通过数据与模型分析，实现生产计划与库存动态调整、物流时效精准匹配、供应链风险管理和异常处置等。</p>	<p>a) 应实现供应链上下游全链条数据贯通与业务一体化，实现从原料到交付的全流程透明化管理。</p> <p>b) 构建供应链生态圈，实现与上下游企业的深度合作和资源共享。</p> <p>c) 应通过大数据分析和人工智能算法，对市场需求、供应链风险等进行实时监控和预测，提前制定应对策略。</p>	<p>a) 应积极开展供应链追溯体系建设，加快服务化转型；构建开放、智能的供应链生态网络，实现价值共创。</p> <p>b) 应通过大数据、人工智能等手段，实现对供应链各环节的实时监控和智能优化，如自动调整采购策略、生产计划、分销渠道、优化物流配送路线等，并监控供应链各环节的风险及变化，进行自主决策和执行反馈，实现供应链上下游自优化。</p>
	智能决策	<p>企业应依托信息技术、信息系统的建设与集成应用等手段，实现研发、生产、经营管理、服务、产业发展等业务领域数据的采集与有效分析，辅助业务人员对单个业务环节进行决策并发现业务问题。</p>	<p>企业应依托新一代信息技术手段，实现研发、生产、经营管理、服务、产业发展等业务领域多个场景的数据自动化采集与整合、自动分析与分析算法模型构建，辅助业务人员对跨场景、跨环节的业务执行进行决策，形成决策模型应用能力，决策效率大幅提高。</p>	<p>企业应依托新一代信息技术手段，实现研发、生产、经营管理、服务、产业发展等多个业务领域的业务场景的数据交互、数据应用与智能决策模型构建，辅助业务人员对跨业务活动执行进行综合决策，在研发、经营管理、服务领域智能决策的可靠性与准确性大幅提高，形成决策-执行-反馈自主闭环能力和协同决策能力。</p>	<p>企业应在研发、生产、经营管理、服务、产业发展等多个业务领域实现基于数据、模型驱动的业务活动的动态决策和优化，智能决策的可靠性与准确性可满足生产实时控制的要求。结合企业整体转型目标（提质、降本、增效、绿色、安全等）形成场景化、个性化按需决策、实时决策和决策自主优化等全链条联动智能决策能力。</p>	<p>企业应围绕研发、生产、经营管理、服务、产业链等领域，通过构建智能自主感知、分析、预测决策和学习进化的智能模型，能够根据市场、生产和供应链的不断变化持续调整和改进决策方案，实现基于动态数据和智能驱动的业务活动决策按需自运行、自学习和自优化。</p>

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
	协同办公	<p>a) 企业应引入协同办公概念，建立基本协同办公环境，推动企业内部协同工作。</p> <p>b) 企业应实现办公数据的实时更新和共享，确保团队成员顺畅沟通，实现小型项目团队协作。</p> <p>c) 企业应提供文件共享、电子邮件、通讯录管理和信息发布等基本协同技术功能，促进员工接受并使用协同办公工具。</p>	<p>a) 企业应设定协同办公具体目标，制定标准化流程、技术要求和组织架构。</p> <p>b) 企业应明确协同办公中各角色职责，建立统一的办公数据标准和格式，清晰分配和执行任务，实现一定流程化团队协作。</p> <p>c) 企业应广泛应用协同办公工具，支持员工实时沟通协作。通过数字化协同办公实现办公自动化。</p>	<p>a) 企业应实现协同办公工具与业务系统的集成，支撑数字化协同办公。</p> <p>b) 企业应实现各办公系统之间数据流畅共享，实现部门内复杂项目管理和任务协同，以及跨部门、跨岗位的复杂流程协同。</p> <p>c) 企业应部署适合行业需求的协同办公平台，支持资源高效调度与协同优化。</p>	<p>a) 企业应借助人工智能技术，提升协同办公智能化水平。</p> <p>b) 企业应具备跨部门协作和资源高效调度的项目协同能力，实现跨部门业务全面协同，初步具备供应链和客户关系协同能力。</p> <p>c) 企业应利用人工智能技术实现办公的智能化协作。利用大数据分析技术，深入挖掘办公数据中的价值，为管理层提供智能决策支持。</p>	<p>a) 企业应构建协同办公生态，支持产业链上下游知识共享与创新。</p> <p>b) 企业应具备调动产业链资源的项目协同能力，实现跨组织高效协同。</p> <p>c) 企业应灵活应对外界需求变化，对协同办公流程进行智能分析和自动调整优化。</p>
	成本管理	<p>a) 企业采用信息化手段统计设备折旧、物料消耗等基本成本数据。</p> <p>b) 企业应规范成本管控制度，对比实际成本与预算计划，识别偏差和异常。</p> <p>c) 企业应建立成本优化的持续改进机制。</p>	<p>a) 企业应建立初步成本管理系统并与部分生产系统初步对接，支持上传关键成本信息并分析。</p> <p>b) 企业应识别主要成本构成和薄弱环节，分析成本偏差原因并评估对企业的影响。</p> <p>c) 企业应根据成本偏差对企业影响评估结果调整生产计划和资源分配，进一步优化成本管理。</p>	<p>a) 企业应利用物联网和信息系统自动采集成本数据，集成MES和ERP等，实现成本数据与生产数据结合，支持成本数据及时更新与真实测算。</p> <p>b) 企业应实现生产过程各环节的实时成本动态监测，应使用大数据技术等挖掘成本数据，建立成本异常预警机制和生产成本分析模型，支持成本趋势分析、生产计划、工艺优化和成本预算的实时调整。</p> <p>c) 企业应引入成本评估体系明确改进方向，使用数字化工具对生产、采购和供应链等关键环节的成本进行优</p>	<p>a) 企业应自动采集生产过程中的关键性能参数和能源消耗等成本数据，实现各环节实时成本动态监测，支持生产计划和成本预算实时调整。</p> <p>b) 企业应建立基于历史数据和市场趋势的成本智能预测与高精度分析模型，支持全生命周期的成本管理与优化，动态提供成本优化建议。</p> <p>c) 企业应使用数字化工具对跨部门协同的成本进行优化，通过人工智能等技术实时提供成本优化对策建议。</p>	<p>a) 企业应基于人工智能和大数据技术按需获取关键数据，实现生产成本实时监控和全自动核算。</p> <p>b) 企业应在行业产业链层面实现上下游业务合作的智能化成本分析，建立高精度优化模型，提供优化建议，引领产业链降低成本。</p> <p>c) 企业应根据成本分析结果和市场趋势快速调整产品结构和价格策略，应基于人工智能技术对企业和上下游企业成本进行全局动态优化。可根据市场变化和企业战略调整，自动优化成本管理策略，自反馈成本优化结果。</p>

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
				化。		
数字化服务	服务产品	<p>a) 应梳理主要的服务项目,清晰定义服务对象、服务目标、服务内容和方式等,形成规范化、电子化的服务产品目录。</p> <p>b) 应规范服务发布的流程,使用数字化技术手段记录服务发布过程。</p> <p>c) 应基于服务稳定运行的需求,明确责任主体。</p> <p>d) 应结合每项服务的特征与特点,使用数字化技术记录服务过程关键环节数据。</p>	<p>a) 应通过信息技术手段,管理组织关键服务产品的研发活动,具备服务产品的管理和优化机制。</p> <p>b) 应通过数字化技术开展关键服务产品目录的版本管理,基于版本管理和部署管理,保障服务发布的有效性。</p> <p>c) 应使用数字化技术采集测试数据,确保关键服务产品投入运行前得到充分的测试。</p> <p>d) 应优化并固化服务资源和管理流程,保障服务交付的一致性。</p>	<p>a) 应通过信息技术手段整合服务研发、服务部署、服务交付和服务运行,在组织范围内,通过数据分析驱动服务全生产周期的创新。</p> <p>b) 应依托与用户的协同机制,实现服务更新的敏捷传递,并通过与服务部署、服务交付等的系统集成,在组织级范围内实现服务发布的自动化。</p> <p>c) 应基于所在行业领域的特点,建立包含服务成本、质量、客户价值等在内的服务度量框架,并确保度量数据的有效性。</p>	<p>a) 应基于服务生存周期管理和社会化情报等数据构建服务产品管理模型,并基于模型实现用户的需求预测,动态优化服务产品体系。</p> <p>b) 应基于客户画像、服务运行数据和模型,精准服务发布内容、发布策略,实现服务发布效果的动态感知。</p> <p>c) 应基于服务运行等数据和模型,实施服务部署仿真,预测服务部署可能面临的各类情况。</p> <p>d) 应基于数据和模型动态校准服务计量结果,将服务价值与客户业务价值一致性纳入服务度量。</p>	<p>a) 应基于所在行业、领域的服务产品大数据,建立服务产品价值模型与价值链,支撑服务的集成与融合。</p> <p>b) 应整合服务生态资源实现跨组织的服务部署,实现面向行业、领域的服务动态发布,并通过舆情与品牌价值跟踪等,实现服务发布的动态优化。</p> <p>c) 应通过服务度量模型的动态优化,实现行业、领域服务模式的引领与变革。</p>
	服务能力	<p>应建立、流程、技术、资源等在内的能力管理框架,并通过信息技术手段采集和记录相关数据。</p>	<p>a) 应通过服务能力感觉案例体系,实现服务能力的持续改进。</p> <p>b) 应通过服务连续性和容量等管理,支持关键服务能力的冗余,并通过信息系统监测各项服务活动,及时识别、规避服务风险。</p>	<p>a) 应通过信息技术手段管理服务能力各要素,建立与服务营销、服务交付等信息系统的关联和协同,实现组织对服务能力的系统化管理。</p> <p>b) 应结合行业领域特点,建立覆盖整个组织的服务能力标准,并通过数据的跨部门共享,实现基于标准的分析和告警。</p>	<p>a) 应通过组织级、产品级和项目级的服务能力模型,实现对服务能力的预测、仿真、多级协同优化等。</p> <p>b) 应通过服务级别预测、客户关系管理等模型,实现服务级别预测性管理。</p> <p>c) 应建立社会化资源的可用性、可靠性模型,实现对服务容量变化趋势的预测。</p>	<p>a) 应通过互联网数字平台,整合跨区域、跨行业服务资源,实现面向重点客户的一体化服务能力。</p> <p>b) 应通过信息技术手段分析影响服务级别的关键因素并生成优化方案。</p> <p>c) 应通过信息技术手段的开发利用,实现基于服务生态的服务容量动态优化。</p>
	服务交付	<p>a) 应建立项目级交付管理机制,并通过信息技</p>	<p>a) 应建立产品级服务交付规范和资源保障管理能力,并</p>	<p>a) 应建设服务管理系统,支撑整体服务业务的运营,实</p>	<p>a) 应建立服务管理常用数据模型库,并支持相关业务人</p>	<p>a) 应通过信息技术手段实现服务交付协同管理,实现服</p>

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
		<p>术手段记录服务活动。</p> <p>b) 应明确各类服务项目的交付方式及相应的交付规范，并有效记录交付活动。</p> <p>c) 应清晰识别各类服务活动的交付内容，包括交付模板和记录说明等，并通过信息技术手段对交付成果进行记录和保存。</p> <p>d) 应针对每项服务确定质量评价维度，覆盖交付过程和交付成果等方面，并通过信息技术手段记录交付质量。</p>	<p>利用信息化系统覆盖相关项目级的交付过程管理。</p> <p>b) 应通过信息技术手段管理服务交付活动，实现远程交付和现场交付方式的融合协同。</p> <p>c) 应通过信息技术手段对服务质量进行管理。</p>	<p>现服务研发、营销、交付的协同和优化管理。</p> <p>b) 应通过数据集成融合实现不同交付方式间的无缝衔接和转换，并通过过程数据分析优化交付方式，适配服务场景和用户体验。</p> <p>c) 应通过交付内容、服务研发、服务级别管理等的集成，实现服务无形成果的有形化、数字化，并通过动态识别客户需求，及时优化交付内容和成果等。</p> <p>d) 应通过服务管理系统获取客户的服务感知质量，通过营销、管理等数据集成，及时发现质量问题和异常。</p>	<p>员进行数据分析。</p> <p>b) 应建立满足不同场景、不同客户的服务交付模型，结合客户的精细化需求，提供满足客户需求的精准服务。</p> <p>c) 应基于交付成果及过程数据，建立数据分析模型，实现客户忠诚度动态管理。</p> <p>d) 应通过服务质量模型，实现客户感知质量的预警以及客户期望质量的预测。</p>	<p>务交付管理的动态优化。</p> <p>b) 应通过信息技术手段打造基于数据可信的服务生态协同可信和客户可信，实现交付内容管理的动态优化。</p> <p>c) 应通过服务质量模型的动态优化，面向客户的生态化服务及大数据态势感知，实现服务质量的动态优化。</p>
	服务运行	<p>应遵循建立服务安全管理相关规范，识别服务活动中的安全风险，并使用信息技术手段记录服务安全管理过程。</p>	<p>a) 应结合客户的需求场景，编制能够覆盖多元服务项目的服务解决方案，并通过信息技术手段管理服务解决方案。</p> <p>b) 应建立服务风险识别机制，定期开展服务风险识别，并通过信息技术手段实施服务安全管理和风险控制。</p>	<p>a) 应集成营销、研发、管理和交付等系统，自动生成基于客户需求和场景的服务组合。</p> <p>b) 应通过服务管理系统建立集成接口，覆盖服务营销、服务管理和交付等，实现协同联动。</p> <p>c) 应在服务管理系统中实现交付端跟踪，强化现场安全管控，并通过应急响应，缩短突发事件的响应和处置时间。</p>	<p>a) 应建立服务关联性模型和客户需求响应模型，实现服务编排自动化，并能够快速响应客户的需求变化。</p> <p>b) 应基于生态服务相关数据模型的共享与协调机制，实施服务一体化融合的面向客户或服务场景的测试与仿真等。</p> <p>c) 应基于服务交付、风险管控等数据的分析，实现风险源的动态识别、评审和治理。</p>	<p>a) 应通过服务交付、服务质量等模型，实现服务编排的自优化，并提前预警服务全过程中的波动和风险。</p> <p>b) 应通过数字化技术建立一体化生态合作关系，并通过生态链计划系统实现集成化服务融合发展体系。</p> <p>c) 应建立应急指挥辅助决策体系，实现应急事件预测和处置决策，实现服务交付与服务安全的一体化管理。</p>
	经营效率	<p>a) 企业数字化改造后，劳动产出效率超出行业</p>	<p>a) 企业数字化改造后，劳动产出效率超出行业均值情况</p>	<p>a) 企业数字化改造后，劳动产出效率超出行业均值情况</p>	<p>a) 企业数字化改造后，劳动产出效率超出行业均值情况</p>	<p>a) 企业数字化改造后，劳动产出效率超出行业均值情况</p>

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
效益		<p>均值情况（人均营业收入）同比增长范围为（0%，10%】。</p> <p>b）企业数字化改造后每百元营业收入中劳动、资本、原材料、能源及全要素生产率相比于改造前分别提升（0%，10%】，综合能源消费量相比于改造前降低（0%，10%】。产品或服务在首次生产过程中达到质量标准的比例提升（0%，10%】。</p> <p>c）企业数字化改造后，企业上年度每百元营业收入中的生产与运营成本相比于前年降低（0%，10%】，数字化项目的投资回报率增加（0%，10%】。</p>	<p>（人均营业收入）同比增长范围为（10%，20%】。</p> <p>b）企业数字化改造后每百元营业收入中劳动、资本、原材料、能源及全要素生产率相比于改造前分别提升（10%，20%】，综合能源消费量相比于改造前降低（10%，20%】。产品或服务在首次生产过程中达到质量标准的比例提升（10%，20%】。</p> <p>c）企业数字化改造后，企业上年度每百元营业收入中的生产与运营成本相比于前年降低（10%，20%】，数字化项目的投资回报率增加（10%，20%】。</p>	<p>（人均营业收入）同比增长范围为（20%，30%】。</p> <p>b）企业数字化改造后每百元营业收入中劳动、资本、原材料、能源及全要素生产率相比于改造前分别提升（20%，30%】，综合能源消费量相比于改造前降低（20%，30%】。产品或服务在首次生产过程中达到质量标准的比例提升（20%，30%】。</p> <p>c）企业数字化改造后，企业上年度每百元营业收入中的生产与运营成本相比于前年降低（20%，30%】，数字化项目的投资回报率增加（20%，30%】。</p>	<p>（人均营业收入）同比增长范围为（30%，40%】。</p> <p>b）企业数字化改造后每百元营业收入中劳动、资本、原材料、能源及全要素生产率相比于改造前分别提升（30%，40%】，综合能源消费量相比于改造前降低（30%，40%】。产品或服务在首次生产过程中达到质量标准的比例提升（30%，40%】。</p> <p>c）企业数字化改造后，企业上年度每百元营业收入中的生产与运营成本相比于前年降低（30%，40%】，数字化项目的投资回报率增加（30%，40%】。</p>	<p>（人均营业收入）同比增长40%以上。</p> <p>b）企业数字化改造后每百元营业收入中劳动、资本、原材料、能源及全要素生产率相比于改造前分别提升（40%，50%】，综合能源消费量相比于改造前降低（40%，50%】。产品或服务在首次生产过程中达到质量标准的比例提升40%以上。</p> <p>c）企业数字化改造后，企业上年度每百元营业收入中的生产与运营成本相比于前年降低40%以上，营业额增加40%以上。数字化项目的投资回报率增加40%以上。企业市值增加40%以上。</p>
	管理效率	企业数字化改造后相比于改造前，预测性维护等客户服务需求预判准确率提升（0%，10%】，个性化服务种类增加（0%，10%】，品牌形象和市场认可度提升（0%，10%】，进入新市场或细分市场率提升（0%，10%】。	企业数字化改造后相比于改造前，预测性维护等客户服务需求预判准确率提升（10%，20%】，个性化服务种类增加（10%，20%】，品牌形象和市场认可度提升（10%，20%】，进入新市场或细分市场率提升（10%，20%】。	企业数字化改造后相比于改造前，预测性维护等客户服务需求预判准确率提升（20%，30%】，个性化服务种类增加（20%，30%】，品牌形象和市场认可度提升（20%，30%】，进入新市场或细分市场率提升（20%，30%】。	企业数字化改造后相比于改造前，预测性维护等客户服务需求预判准确率提升（30%，40%】，个性化服务种类增加（30%，40%】，品牌形象和市场认可度提升（30%，40%】，进入新市场或细分市场率提升（30%，40%】。	企业数字化改造后相比于改造前，预测性维护等客户服务需求预判准确率提升（40%，50%】，个性化服务种类增加（40%，50%】，品牌形象和市场认可度提升40%以上，进入新市场或细分市场率提升40%以上。
	质量提升	a）企业数字化改造后每百元营业收入中产品智能化水平	a）企业数字化改造后每百元营业收入中产品智能化水平	a）企业数字化改造后每百元营业收入中产品智能化水平	a）企业数字化改造后每百元营业收入中产品智能化水平	a）企业数字化改造后每百元营业收入中产品智能化水平

能力域	能力子域	一级	二级	三级	四级	五级
		<p>能 化 水 平 提 高 (0%,10%], 月均产品合格率提升 (0%,10%], 故障率降低 (0%,10%]。新产品与新服务推出率增加 (0%,10%]。</p> <p>b) 企业数字化改造后相比于改造前, 新型业务模式种类增加 (0%,10%]。</p> <p>c) 全新的数字产品与服务、对现有产品做数字化改造等数字业务增加 (0%,10%]。</p> <p>d) 借助数字化转型, 企业敏锐感知环境变化, 动态调整适应多变环境, 抵御不确定性风险的能力提升 (0%,10%]。</p> <p>e) 通过开放企业数字化转型实践, 打造开放生态, 赋能行业上下游 (0%,10%]企业转型。</p>	<p>提高 (10%,20], 月均产品合格率提升 (10%,20%], 故障率降低 (10%,20%]。新产品与新服务推出率增加 (10%,20%]。</p> <p>b) 企业数字化改造后相比于改造前, 新型业务模式种类增加 (10%,20%]。</p> <p>c) 全新的数字产品与服务、对现有产品做数字化改造等数字业务增加 (10%,20%]。</p> <p>d) 借助数字化转型, 企业敏锐感知环境变化, 动态调整适应多变环境, 抵御不确定性风险的能力提升 (10%,20%]。</p> <p>e) 通过开放企业数字化转型实践, 打造开放生态, 赋能行业上下游 (10%,20%]企业转型。</p>	<p>提高 (20%,30%], 月均产品合格率提升 (20%,30%], 故障率降低 (20%,30%]。新产品与新服务推出率增加 (20%,30%]。</p> <p>b) 企业数字化改造后相比于改造前, 新型业务模式种类增加 (20%,30%]。</p> <p>c) 全新的数字产品与服务、对现有产品做数字化改造等数字业务增加 (20%,30%]。</p> <p>d) 借助数字化转型, 企业敏锐感知环境变化, 动态调整适应多变环境, 抵御不确定性风险的能力提升 (20%,30%]。</p> <p>e) 通过开放企业数字化转型实践, 打造开放生态, 赋能行业上下游 (20%,30%]企业转型。</p>	<p>提高 (30%,40%], 月均产品合格率提升 (30%,40%], 故障率降低 (30%,40%]。新产品与新服务推出率增加 (30%,40%]。</p> <p>b) 企业数字化改造后相比于改造前, 新型业务模式种类增加 (30%,40%]。</p> <p>c) 全新的数字产品与服务、对现有产品做数字化改造等数字业务增加 (30%,40%]。</p> <p>d) 借助数字化转型, 企业敏锐感知环境变化, 动态调整适应多变环境, 抵御不确定性风险的能力提升 (30%,40%]。</p> <p>e) 通过开放企业数字化转型实践, 打造开放生态, 赋能行业上下游 (30%,40%]企业转型。</p>	<p>提高 40%以上, 月均产品合格率提升 40%以上, 故障率降低 40%以上。新产品与新服务推出率增加 40%以上。</p> <p>b) 企业数字化改造后相比于改造前, 新型业务模式种类增加 40%以上。</p> <p>c) 全新的数字产品与服务、对现有产品做数字化改造等数字业务增加 40%以上。</p> <p>d) 借助数字化转型, 企业敏锐感知环境变化, 动态调整适应多变环境, 抵御不确定性风险的能力提升 40%以上。</p> <p>e) 通过开放企业数字化转型实践, 打造开放生态, 赋能行业上下游 40%以上企业转型。</p>

7.2 采选、冶炼、加工企业行业特性能力子域成熟度指标要求

有色金属采选、冶炼、加工企业行业特性能力子域成熟度指标要求分别见表7、表8、表9。

表7 有色金属采选企业行业特性能力子域成熟度指标要求

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
技术	技术创新与改造	<p>a) 企业开始进行基础研发和技术改进，关注关键软件、基础元器件、智能设备、先进控制系统等的技术研究，应用范围主要集中在试点项目。</p> <p>b) 企业技术创新应用多为跟随行业趋势进行尝试。</p> <p>c) 在采选领域核心项目层级，开始实施基础设施改造，关注基础自动化设备的引入和初步应用，关注基础网络、基础自动化、管理信息化升级改造。</p> <p>d) 认识到信息技术与产品创新、过程创新、要素创新、组织创新融合的重要性，并开展融合创新试点。^a</p>	<p>a) 企业设立研发团队，明确关键软件等研发方向，制定计划和预算，并加强外部合作。部分生产环节实现技术应用，优化效率和质量。</p> <p>b) 企业针对生产痛点进行技术创新，开始聚焦典型场景开展先进技术攻关和应用，局部成功并开始显现一定的经济效益。</p> <p>c) 在采选领域关键业务层级，针对核心设备、关键工序进行自动化、数字化改造，如凿岩台车、铲运机、浮选机等采选设备和采矿作业的远程控制和选矿作业过程控制改造等。</p> <p>d) 在产品创新、过程创新、要素创新、组织创新的特定场景中实现与数字化技术的融合，如研发、生产管理流程数字化等。</p>	<p>a) 企业加大研发投入，促进产学研合作，注重知识产权保护。在关键软件等方面取得一定的技术突破，加快新一代信息技术在车间、工厂、矿山的广泛覆盖。</p> <p>b) 企业聚焦典型应用场景，围绕数据挖掘、工艺仿真、过程模拟、数字孪生、人工智能等关键技术开展技术攻关与应用。技术应用覆盖整个生产流程，显著提升经济效益，形成整体技术创新优势。</p> <p>c) 在采选领域主要业务场景内实现重大装备、工业操作系统、工业软件、工序等全面的自动化、数字化改造，提升整体生产效率。在主要业务场景内全面应用数字化装备急技术，如智能仪器仪表等物联感知装备及工业机器人等无人化技术。</p> <p>d) 形成明确的融合策略，推动产品创新、过程创新、要素创新、组织创新与新一代信息技术的深度融合，如数据驱动创新决策、AI 需求预测、工艺优化智能决策等。</p>	<p>a) 企业突破一批关键软件等关键技术并推广应用，推动跨界合作。保持技术创新领先，积极参与国际交流，推动行业进步。</p> <p>b) 企业技术创新管理体系全面集成并高度智能化，实现生产过程数字化和智能化，通过数字化技术创新来确保技术创新满足业务发展需求，形成自主核心技术。同时，企业探索新业务模式、新市场和新服务，开辟新收入来源，提升经济效益。</p> <p>c) 在全组织范围内采选领域实现重大装备、工业操作系统、工业软件、工序等全面的自动化、数字化改造，提升整体生产效率。推动数字化技术、人工智能技术与采选环节的融合应用，打造一批引领性融合应用。</p> <p>d) 应借助通用平台，实现产品创新、过程创新、要素创新、组织创新与智能技术的全面融合，推动行业的技术、工艺、管理模式等改进创新。</p>	<p>a) 企业积极参与国际技术交流合作，加强与政府、科研机构等多方面的合作，共同推动行业技术的进步和可持续发展。</p> <p>b) 企业参与生态链伙伴，持续探索数字化技术的创新与融合应用，实现基于数据模型共享的新业态或新模式。</p> <p>c) 企业带领采选领域行业产业链实现重大装备、工业操作系统、工业软件、工序等全面的自动化、数字化改造，提升产业链整体生产效率和产业链上下游的自动化、数字化、智能化协同，引领产业或行业发展创新与重构。</p> <p>d) 在行业产业链生态中实现产品创新、过程创新、要素创新、组织创新与新一代信息技术、智能技术的全面融合创新，引领产业或行业的新产品与新技术的研发，新工艺、新设备、新运营模式和方式的重构，新组织、新商业模式的诞生。</p>
数字化生	资源环境数字化	a) 应使用数字化勘探设备和测量工具进行地质数据采	a) 应采用航测无人机、三维激光扫描仪等数字化、遥控	a) 应广泛应用无人机测绘、三维建模等技术，实现地质	a) 应采用各类先进智能化探测、测量装备及机器人等进	a) 应全面采用各类先进智能化探测、测量装备及机器人

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
产		<p>集。</p> <p>b) 应建设地质测量与地质资源管理的数字化基础，包括引入 GIS（地理信息系统）、CAD（计算机辅助设计）等数字化工具，实现地质数据的电子化和初步管理，对地质勘探报告、矿体测量数据、开采计划等关键资料进行电子化归档。</p> <p>c) 应使用数据可视化工具，将地质数据进行二维展示。</p>	<p>探测及测量技术与设备进行数据采集，构建局部区域的三维模型。</p> <p>b) 应制定地质、勘探等数据统一的管理标准，建立对地质、测量、采矿资料和数据的管理系统，实现资源储量的估算评价和动态管理。</p> <p>c) 应构建三维可视化平台，实现地质勘探数据三维模型建立和资源储量估算。根据矿区地形、坑内工程、露天采场、生产掘进工程、采空区、探矿工程、地质体等测量成果实现三维可视化管理，并具有行业通用数据输入、输出接口。</p>	<p>资源信息的精确三维构建与实时更新。</p> <p>b) 应建立统一的地质、测量、采矿生产协同管理平台，通过数据存储、传输、深加工和融合等技术，实现地质资源信息在矿山地质、测量和采矿作业之间的共享。</p> <p>c) 应基于“地-测-采”关键数据，结合数字孪生技术等，实现三维可视化管理、资源环境数据动态更新、资源经济性评价及与虚拟实训等外部系统的数据协同。</p>	<p>行资源环境数据采集，实现全局数字化和局部智能化。</p> <p>b) 应构建覆盖“地-测-采”全流程的数字基础设施，实现三维地质模型、资源储量估算与开采计划的动态联动。</p> <p>c) 应结合新一代信息技术，实现“地-测-采”数据的全面交互，应用人工智能等技术，对地质资源数据进行分析，实现地质数据推演等功能，并与企业其他相关信息系统进行信息共享与业务联动。</p>	<p>等进行资源环境数据采集，实现全局智能化。</p> <p>b) 应具备高度自动化和人工智能功能，具备自主分析地质数据，实时预测矿体变化、资源储量和开采风险等功能，支持基于数据的跨部门智能决策。</p>
	工艺设计	<p>a) 应制定统一规范的露天开采、地下开采、选矿工艺设计相关规范和工艺设计工作流程。</p> <p>b) 能够对相关工艺设计信息进行信息化收集、分析和规范化管理。</p> <p>c) 能够对工艺设计相关数据进行标准化管理。</p>	<p>a) 能够结合先进设计理念，应用自动化、数字化设计工具等对穿孔、爆破、采装等露天开采相关工艺，开拓、采准、回采等地下开采相关工艺以及破碎、磨细、浮选、重选等关键工艺开展工艺设计和优化，提升关键工艺设计效率和精确性，降低设计成本。</p> <p>b) 能够建立关键工艺参数计算和优化的数字模型，实现露天开采、地下开采、选矿工艺关键设计环节的数字化。例如：采矿设计、开拓</p>	<p>a) 能够通过先进设计技术、数字化技术等深度应用，实现露天开采、地下开采、选矿全部关键工艺设计的自动化、数字化以及工艺参数的动态优化。工艺设计模型及工艺参数能够用于生产过程控制系统。</p> <p>b) 能够基于协同设计理念与相关平台建设，实现露天开采、地下开采、选矿全部关键工艺设计数据的共享与交互，实现不同专业间、跨部门、跨环节的设计协作，提升全环节的设计效率、缩短</p>	<p>a) 能够实现基于数据和模型驱动的露天开采、地下开采、选矿全部关键工艺的三维数字化设计和动态优化；并将完整的工艺设计信息集成于三维工艺模型中，实现数字化交付。</p> <p>b) 能够基于生产作业需求变化、生产环境变化等现场反馈信息，实现露天开采、地下开采、选矿全部关键工艺设计优化的敏捷响应和精准执行、动态决策。</p> <p>c) 可实现采选工艺设计与采选作业的打通，实现工艺设</p>	<p>a) 可依托网络化协作平台和企业生产现场信息反馈，实时获取产业链上下游企业类似的工艺设计理念与优化方案，实现采选工艺设计与工艺优化的智能化和设计资源按需获取。</p> <p>b) 依托人工智能、大数据分析等先进技术，结合物理机理实现采选工艺设计的智能感知、自主设计、自主优化能力；实现工艺流程、工序内容、工艺资源等的按需调配与自主组合；实现工艺下发、执行、监督与反馈优化</p>

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
			设计、爆破设计、选矿设计等。 c)具备关键工艺设计指标的在线监测与分析能力。可以实现露天开采、地下开采、选矿工艺关键设计环节的设计数据共享	设计周期。 c)可实现工艺设计的全流程追溯、可视化等；应基于设计经验沉淀，将采选关键工艺进行软件化封装和复用，形成可追溯设计、可视化设计、敏捷化设计、协同设计等新型工艺设计模式。	计与生产作业数据间的互通与交互。基于工艺设计、生产作业、检验等系统的集成，实现设计资源与生产资源的有效协同。 d)形成成熟的协同设计、平台化设计能力，可依托网络化协作，对外提供数字化、智能化工艺设计等服务。	的智能自主与闭环管控。 c)依托成熟的对外数字化、智能化工艺设计等服务，带动行业产业链上下游形成采选工艺的数字化、网络化、平台化设计生态，持续推动采选工艺设计的优化和创新，不断衍生新的工艺设计理念与模式。
	计划调度	a)应制定采矿与选矿年度生产计划，并进行月、周、日维度的计划拆解，形成详细生产作业计划。 b)采用信息技术手段，获取生产单位露天开采、地下开采、选矿工艺环节生产情况和关键指标数据等，实现生产调度分析。	a)各生产单位基于数字化手段记录关键系统（如开拓系统、回采系统、破碎和磨矿系统、分选系统等）、关键设备（如掘进机、破碎机、球磨机、浮选机等）生产运行状态、采选工艺执行状况、地质条件、矿石产出量、矿石品位等生产计划调度所需信息。 b)基于数字化手段，将自上向下(由生产计划至生产排产)与自下向上(由基础作业条件至全矿生产实际)相结合，制定生产计划，实现生产计划和调度指令在线发布、执行、跟踪、反馈，提升调度效率。 c)应采用数字化手段管理各个作业班组的工作任务，及时提供反馈各任务的执行情况。	a)应建立生产计划调度模型，实现生产计划自动下达，自动分解、及时调整和排产优化，实现科学调度。 b)应实现采选全流程生产重要参数（如掘进量、采矿量、损失率、贫化率、矿石品位、处理矿量、回收率等生产数据）、重要设备（如球磨机、浮选机等）、重要物料（如矿石、精矿）、重要能源（如水、电、气）、六大辅助系统（提升、通风、运输、给排水、供电、通信）的实时监测和数据跨环节共享。 c)应实现作业保障、风险防控、作业顺序、设备调度、作业进度等多领域的实时联动配合与异常自动预警，保障生产的平稳性。	a)应基于先进排产算法模型，自动给出满足多重约束条件的优化排产方案和作业计划。 b)应根据生产作业计划，自动将生产顺序、生产参数等指令下发至作业设备并执行。 c)应用智能化技术，结合调度排产后的关键生产工艺参数、生产过程及产品质量、重点技术经济指标超标、设备运行状态、环保监测等报警信息，实现预警信息的智能处置和调度排产的自动调整。	a)通过工业大数据分析，构建生产运行实时预测模型，提前处理生产过程中的波动和风险，实现实时的生产排产和调度。 b)应自动捕获生产异常事件，通过人工智能技术自动生成调度指令并发布，自动跟踪执行结果并反馈，对异常事件进行自动决策处置。 c)应结合历史生产数据、市场预测、资源状况等多源信息，为决策层提供智能化的生产计划建议。
	生产作业	a)符合国家规定的采选行业生产作业基本要求。	a)全面实现露天开采和地下开采相关工艺的机械化作	a)全面实现对露天开采、地下开采以及选矿相关工艺的	a)在基本实现采矿、选矿数字化、智能化的基础上，使	a)除少量维护、应急救援等场景外，采选作业全面实现

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
		<p>b) 结合矿体赋存条件、采矿方法和风险等级,实现露天矿开采过程(穿孔、爆破、铲装、运输、排土)、地下矿开采过程(凿岩、爆破、出矿、运输、提升、充填等)的机械化;选矿生产过程(碎矿、磨矿、选别、脱水和尾矿输送等)的自动化。</p> <p>c) 能够对采选生产作业中的关键参数进行信息化收集、分析和规范化管理。</p>	<p>业,关键生产工艺实现数字化管控。对部分危险程度高、劳动强度大的工序进行传统装备或流程数字化改造,并采用远程遥控或自动化技术;例如:露天矿山矿卡的无人驾驶,地下矿山铲运机的视距遥控作业、有轨电机车的无人驾驶等。</p> <p>b) 实现选矿关键工艺的自动化以及关键参数(矿浆浓度、pH 值)闭环调节。</p> <p>c) 实现关键工序和工艺数据的自动实时采集和关键数据的数字化存储、管理、分析和应用。实现关键工序的在线管控。</p>	<p>数字化管控。完成了智能化、无人化的基础条件建设。如:低延迟、高带宽通讯网络系统,智能传感终端等。</p> <p>b) 关键工艺实现智能化、无人化。例如:凿岩、爆破、出矿、运输、提升、充填等各工序实现现场作业无人化。</p> <p>c) 实现对生产作业工序运行状态、作业量等生产数据的全面采集、存储、管理与共享。实现各生产子系统的协同作业。</p>	<p>用机器人或其他智能装备及技术进一步提高智能化作业的程度。提高矿山开采作业的安全性和作业效率。</p> <p>b) 建立了基于生产工艺大数据的融合机理模型与数据模型的垂直领域大模型,实现采选作业关键工序的数字化管控和工艺实时优化与参数调整。</p>	<p>无人化、智能化;通过工业互联网平台实现选矿工艺与冶炼、物流系统的智能协同。</p> <p>b) 依托人工智能等技术,采选作业关键工序和关键工艺可随着外界生产环境和生产要求的变化,实时自主调整生产工艺及参数,实现工艺优化的自学习、自调整、自执行、自优化。</p>
	质量管控	<p>a) 应建立质量管理体系,实现对矿石流(含出矿、选别、精矿产品销售等)全过程质量监控。</p> <p>b) 能够对矿石流过程质量信息进行信息化收集,并实现规范化、标准化管理。</p>	<p>a) 应采用自动化设备、信息化手段,实现采选过程矿石流的在线质量监测、自动计量等,实现质量检测、计量数据的自动统计与报表生成,并与采选业务活动数据共享,初步具备业务优化能力。</p> <p>b) 应接入矿石流质量监控数据与采选自动化设备,如采场三维扫描、自动除杂、自动抛废、选别自动控制等,实现对采选关键过程和采矿贫损、金属回收率、矿石产品品位等关键指标的全过程质量控制。</p>	<p>a) 能够通过先进控制技术、数字化技术等深度应用,实现采选全过程质量控制的自动化、数字化。质量控制模型能够用于生产过程控制系统。</p> <p>b) 能够基于协同控制理念与相关平台建设,实现采选全过程生产质量数据的共享与交互,实现不同专业间、跨部门、跨环节的质量控制协作,提升协同效率。</p> <p>c) 可实现采选全流程质量追溯、可视化等;应将质量控制经验沉淀为知识并软件化封装,将采选关键质量控制</p>	<p>a) 能够实现基于数据和模型驱动的采选全过程三维数字化质量控制和动态优化;并将完整的质量控制信息集成于三维模型中,实现数字化交付。</p> <p>b) 能够基于生产作业需求变化、生产环境变化等现场反馈信息,实现采选全过程质量控制优化的敏捷响应和精准执行、动态决策。如结合检验检测数据,建立产品质量问题知识库,通过数据分析,进行原料、产品质量分析,提出采购、生产等的改善方案。</p>	<p>a) 可依托网络化协作平台和企业生产现场信息反馈,实时获取产业链上下游企业类似的质量控制理念与优化方案,实现采选质量控制的智能化和控制资源按需获取。</p> <p>b) 依托人工智能、大数据分析等先进技术,实现采选质量控制的智能感知、自主控制、自主优化能力;实现控制流程、控制内容、控制资源等的按需调配与自主组合;实现质量控制下发、执行、监督与反馈优化的智能自主与闭环管控。如持续训练质量预测模型,将模型预</p>

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
			<p>c) 能够基于矿石流建立采选关键质量控制环节数字模型,实现质量控制的数字化。</p> <p>d) 利用信息技术手段辅助质量管控相关活动,包括采选质量制度、采掘剥生产流程、选别控制、矿石产品质量检验</p>	手段进行固化推广,形成可追溯控制、可视化控制、敏捷化控制、协同控制等新型质量控制模式。	<p>c) 应利用大数据、机器学习等技术构建质量预测模型,辅助预测生产过程异常,并实时预警。</p> <p>d) 形成成熟的协同控制、平台化质量控制能力,可依托网络化协作,对外提供数字化、智能化质量控制等服务。如打造统一质量管控平台,集成检验化验业务、实验室管理业务、质量管控业务、质量追溯业务等,实现质量管控数字化、集中化;质量管理系统与生产执行系统、购销系统、企业资源计划等深度集成,实现数据共享和业务协同。</p>	<p>测结果与设计、生产、供应链等业务优化模型结合,实现质量问题的早期预警和智能决策,促进各业务的优化提升。</p> <p>c) 依托成熟的对外数字化、智能化质量控制等服务,带动行业产业链上下游形成采选过程的数字化、网络化、平台化质量控制生态,持续推动采选质量控制的优化和创新,不断衍生新的质量控制理念与模式,提升供应链整体质量水平。</p>
	公辅设施管理	供电、供水、排水、通风(井采)、压风(井采)、安全环保、通信、办公及其他等公辅设施具备较完善的管理制度体系,相关环节基本实现自动化控制,为数字化转型提供基础设施保障。	供电、供水、排水、通风(井采)、压风(井采)、安全环保、通信、办公及其他等公辅设施实现信息化,具备局部或者单环节的信息化管控能力。可实现跨系统、跨设施的数据共享。	供电、供水、排水、通风(井采)、压风(井采)、安全环保、通信、办公及其他等公辅设施全面实现数字化、跨系统数据共享和业务协同。公辅设施部分实现智能化,实现生产管理的预知预警与智能决策。	供电、供水、排水、通风(井采)、压风(井采)、安全环保等公辅设施全面实现智能化,通过大数据、人工智能等手段,实现对生产作业的智能辅助与实时优化。	供电、供水、排水、通风(井采)、压风(井采)、安全环保等公辅设施可根据生产作业环境的实时变化,自主调整协同运行模式,实现设施运行的自运行、自优化、自调整,辅助实现生产作业运行最优。
	设备管理	<p>a) 建立设备管理机制,明确责任分工、操作规范、审批流程。</p> <p>b) 应实现部分关键设备(如凿岩台车、铲运机、粉碎机、球磨机、浮选机、浓密机等)的运行数据信息化采集。</p> <p>c) 设备日常清洁、润滑、紧</p>	<p>a) 应实现关键设备远程启停操作、设备状态的实时监测与设备异常自动报警。</p> <p>b) 部分关键设备(例如凿岩台车等)与生产系统(例如智能采矿系统)实现联动。</p> <p>c) 建立设备编码体系和维</p>	<p>a) 实现设备全生命周期数据(运行、检维修、改造、报废)融合,初步实现预测性维护。</p> <p>b) 生产设备与生产系统深度联动,可依据生产需求自动调整设备运行参数;借助大数据分析技术,对设备运行数据进行趋势分析,提前预</p>	<p>a) 应建立设备运行与工艺参数的深度关联模型,根据设备运行状态,自动优化生产工艺参数。</p> <p>b) 应实现设备的虚拟调试与参数优化。</p> <p>c) 应实现设备集群智能管理,具备数据采集、设备状</p>	<p>a) 输出设备管理模型至行业产业链,形成技术服务能力。</p> <p>b) 设备预测性维护应实现全面智能化,可基于设备运行数据和知识图谱自主生成自适应的维护方案。</p> <p>c) 智能巡检系统应实现全面的智能化和自适应能力,系</p>

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
		固等基础保养以人工为主，维护模式以事后维修为主。 d) 采用人工或手持式检测仪进行关键设备（如井下提升机、通风机）的离线点检，建立设备规格、维修记录等数据库。	保标准； d) 搭建企业级设备管控平台，实现设备全生命周期管理。 e) 应引入自动化设备和技术进行设备巡检工作，如无人机、智能摄像头或巡检机器人等。	警潜在故障。 c) 引入人工智能技术优化设备维护计划，实现设备全生命周期的精细化、智能化管理。 d) 应建立完善的数字化管理流程，实现设备管理的数字化、智能化和自动化调度，有效降低设备故障对生产的影响，提高设备维护效率和质量。	态实时监测、故障预测、自主维修保养等功能。 d) 应基于工业大数据，实现设备预测性维护的自适应，维护方案能够根据设备的实际运行状况进行动态调整。	统能够实时感知设备状态和环境变化，自动调整巡检计划和策略；必要时，能自主执行紧急响应措施。
	仓储物流	a) 应建立仓储物流管理制度。 b) 建立仓库管理台账，实现出入库、盘点和安全库存管理。 c) 应根据生产实际，制定内部物料流转运输计划且配置调度。	a) 实现内部物料出入库数据、计量数据的采集与记录，动态更新库存数据。 b) 对铁路、公路、皮带、提升机等物流方式进行业务线上化管理，实现关键物料计量点的数据采集与记录。 c) 对物流信息进行跟踪，实现物流关键信息的采集和记录。 d) 实现运输车辆在进出厂区的信息采集与记录。	a) 建立仓储、物流管理系统，实现多场景业务集成管理，实现物资与仓库自动匹配，满足基本库存管理功能，如出入库、移库、盘点等；实现检斤计量数据集成，并与生产调度系统集成，实现物料运输需求与资源调度相匹配。 b) 实现门禁系统与物流车辆信息、计量信息联动，实现合规车辆自动放行。 c) 实现内部物流信息实时追踪，对轨迹异常进行报警，并将信息反馈至生产调度系统。 d) 实现皮带、提升机等固定运输设备的可视化管理，实现设备状态监控、设备异常	a) 实现仓储物流系统与营销采购系统集成，实现物料全生命周期数字化管理，实现生产资源采购、货物运输实时管理、承运商评价管理及费用结算服务等。 b) 在重点场所建设无人仓库（如选矿药剂无人仓库等），实现关键作业场景无人化，根据生产实际实现车辆识别、自动装料、自动转运、线路规划、自动翻料等。 c) 实现物流设备异常数据自动采集分析，设备故障预测和诊断，设备状态信息与物流系统关联，实现铁运、汽运配送全过程信息跟踪，自动优化车辆路径导航。 d) 支持特殊作业场景下快速识别分析，通过车辆定位、	a) 应实现生产信息和营销信息高度协同，实现原料需求计划精准生成，高度匹配物流信息，实现零库存/低库存目标。 b) 通过立体库、无人库、自动装卸等智能装备、控制技术和作业调度模型，实现产供销物流全面高度协同，实现物料运输、仓储作业全流程跟踪和精益管控。 c) 实现具备运输配送智能决策调度能力的智能物流管理，实现厂内外配送路径的优化和智能化，支持物流数据的预测和优化，实现有色行业物料及产成品库存动态监测、国内外运力市场资源及价格的动态预测等，实现物流成本动态优化。

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
				报警。	电子围栏和视频 AI 联动，对车辆进入周界、厂区进行路线引导和违规抓拍。	d) 实现井下运输设备的智能化（如井下有轨电车无人驾驶等），自动分配车辆作业，以实现车辆运行路线最优、满载率最优、所需运力资源最优。
数 字 化 产	安全管理	<p>a) 建有完善的安全生产管理机制，明确责任分工、操作规范、审批流程。</p> <p>b) 满足行业安全监管基本要求，建设了必要的安全监管系统（如井下六大系统、环境监测、边坡位移监测、尾矿库监测等），覆盖安全生产标准化八个一级要素，并实现相应系统的数字化档案管理。</p>	<p>a) 实现重点场所（如提升机、运输巷道、尾矿坝、矿石破碎等）关键场景的数据实时采集、状态实时监测、风险及时感知。</p> <p>b) 建立线上安全审批流程，提高安全审批效率，构建标准化、可追溯的线上审批体系，通过信息系统实现隐患整改、作业许可等部分审批流程线上流转。</p> <p>c) 构建应急指挥数字化平台，整合地理信息、人员定位、重点设备的运行数据，实现对风险的评估与分级管控，提升事故的快速响应能力。</p>	<p>a) 搭建企业级安全生产管控体系，实现安全风险分级管控，将安全管理与业务系统有机融合，实现隐患排查、整改、验收的闭环管理。</p> <p>b) 能够向第三方平台共享安全管理数据，确保上级管理单位随时掌握安全动态。</p> <p>c) 打通采选全流程安全数据链（从开采作业到尾矿处理），实现设备运行、环境参数、人员行为、生产管理等的跨业务系统集成。</p>	<p>a) 应建立安全风险智能预警模型，量化安全态势、提供风险趋势。</p> <p>b) 基于矿山三维模型，模拟地质灾害、设备故障等场景，实现风险预测与预案动态优化，自主生成安全培训知识库。</p> <p>c) 实现安全生产智能辅助决策，具备多源数据统计分析能力，通过多源数据融合（如气象、地质、生产等）自动生成风险处置方案，实现数据驱动的安全决策辅助支持，并支持基于模型的持续优化及联动，推动安全管理从“事后处置”向“事前预防”转型。</p>	<p>a) 应形成矿山采选全领域安全等级预警及人员、装备、环境、作业管理等有机联动。</p> <p>b) 应基于 AI 智能、知识库、模型等实现智能决策，形成全面覆盖的安全管理业务及决策知识库，并进行动态维护。</p> <p>c) 与上下游业务共享安全数据（如关键物料运输轨迹、供应链设备健康状态、工控安全状态等），建立跨组织的风险联防联控机制；并推进行业级安全生产生态，实现采选企业、监管部门、应急救援机构等的生态协同与数据可信共享。</p> <p>d) 实现安全管理策略的自动迭代，动态调整监测阈值和管控规则，衍生新型安全服务模式（如矿山安全能力输出等）。</p>
	环保管理	a) 按照国家相关法律法规，对采选业相关环保管理工作（不限于废气、工业水、固体废物等）具备相应的管理	a) 在关键环保设施以及关键环保管理流程上（如工业水处理、剥离土以及尾砂等处理），利用自动化技术，结合局部或单环节实施数字化	a) 全面实现环保管理相关流程的数字化建设，纵向拉通涉及环保管理的各流程的关键数据（如工业水处理流程、重点环保设备管理流程、尾	a) 通过大数据处理、人工智能等技术手段，形成多源多域的环保数据规模集成与智能化分析，自动生成应对方案。形成环保管控数字模型	a) 实现环保管理全流程动态跟踪及分析。通过深度智能模型，自主优化重点环保设备运行参数、相关流程控制参数，实现环保管理的预

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
		制度、应急预案与组织架构。 b) 对相关环保指标控制，具备相应的管控制度和生产流 程工艺管控模式。 c) 对环保管理工作过程，具 备可溯源复盘的管理机制。	改造，如增加传感器以及部 署在线监测设备，具备关键 环保数据（如工业水指标、 剥离土种类等）、环境参数 的实时监测和记录能力。 b) 建立局部异常情况预警能 力（如工业水指标异常波动 和阈值预警等），具备部分 信息化管控能力。	砂处理管理流程、环境监测 等），并通过相应的数字化 系统进行管控，实现实时数 据的采集、监测、简单分析。 b) 建立全面的异常情况监控 和预警能力，环保管理全面 实现数字化管控。	和管控模式。 b) 实现矿山在环保管理工作 上的全流程实时在线监控、 实时在线阈值预警。 c) 实现环保管理智能化，部 署智能模型实现环保管理的 预测性管理以及应急预案的 实时监控。	知预警与管理过程的智能决 策。 b) 打造一体化的环保应急预 案和救援体系，能够在企业 范围内快速响应环境事故， 保障环境安全。
	能源管理	a) 建立采矿（提升机、空压 机）、选矿（破碎机、球磨 机）等关键工序的重点能耗 装备目录。 b) 制定设备级能源数据采 集规范，明确能耗统计周期 与追溯要求；统计关键设备 能耗数据，形成可追溯的数 据档案体系。 c) 完成关键设备能耗基线 调查（如破碎机单日运行电 耗），建立基于设备运行参 数的初始能效档案；编制分 工序能源消耗报告，覆盖电 力、燃气、水等主要能源类 型。	a) 在部分高耗能设备（如球 磨机）部署基础传感器，实 现关键参数（电流、水流量） 的实时采集。 b) 支持设备级能耗趋势可 视化分析。 c) 设置告警规则，实现关键 设备能耗异常预警。	a) 实现车间主要设备的能 耗自动化采集。 b) 建立设备级能效对比机 制，识别同类型装备的能耗 差异；建立碳排放核算框架， 识别各工序减排潜力方向。 c) 生成设备能耗月度对比 报告（如球磨机不同班次电 耗差异）。完成基础能源审 计，明确主要能源消耗设备 清单及基准参数范围。	a) 实现主要设备能耗数据 全自动采集，建立生产系统 联动的超标预警机制。 b) 开发工序级能效知识库， 自主提供设备操作参数优化 指导。 c) 实施设备级节能措施，重 点突破高能耗工序的能效瓶 颈。	a) 构建关键工序的能效知 识库，运用人工智能技术， 实现部分关键能耗数据的自 主分析预警。 b) 建立关键设备的能效标 杆库，自动生成改进建议。 c) 开展多能源耦合优化，协 调不同能源类型的综合使用 效率。
	生产协同	a) 建立基本的生产协同流 程和规范，确保各环节间的 基本沟通与合作。 b) 制定并实施跨部门（如生 产、研发、设计、中试、供 应链）的基础协同流程，明	a) 生产协同覆盖范围扩大 到主要生产环节和部分辅助 环节，在特定生产场景下优 化协同效率，提升响应速度。 b) 引入生产计划与调度、设 备管理协同系统，实现生产	a) 生产协同覆盖所有生产 环节，形成高效的协同网络， 在整个生产领域内实现全面 协同，提升整体效率。 b) 将质量控制全面嵌入到研 发、生产和供应链协同流程	a) 建立统一的生产协同平 台，集成生产计划、设备管 理、质量控制等功能，实现 协同智能决策。 b) 基于实时生产数据和预测 模型，自动调整生产计划等，	a) 形成生产协同的生态系 统，推动行业创新发展。 b) 建立与上下游企业等的协 同网络，共享生产协同经验 和资源。

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
		确各环节职责和协作方式。各部门间开始尝试数据共享。 c) 建立标准化的生产计划、设备维护记录、质量控制文档等，便于信息传递和追溯。	计划与调度、设备系统的数据对接，提高协同效率。 c) 建立实时生产数据共享平台，使生产、研发、供应链等部门能够实时获取生产数据，支持快速决策。 d) 建立生产协同的标准化流程，提高协同的规范性和效率。	中，实现全流程的质量控制。 c) 应用数据分析技术，对生产协同过程中的数据进行深度挖掘，识别协同瓶颈，提出优化建议。 d) 全面实现生产环节的信息化协同，各个环节之间通过数字化系统紧密连接，提高整体生产效率。 e) 实现供应链的智能化管理，包括智能采购、智能库存控制等，提高供应链协同效率。	提高协同效率。 c) 开发协同优化工具，如流程模拟、瓶颈分析等，支持生产协同过程的持续优化。 d) 通过协同网络实现资源的高效整合和利用，提升企业的核心竞争力，在市场竞争中占据优势地位。 e) 建立全面的生产协同效果评估指标体系，从多个维度评估协同效果，包括协同效率、资源整合效果、创新贡献等方面。	c) 构建开放式创新平台，吸引外部创新资源参与生产协同流程的优化和创新。 d) 生产协同生态系统与全球产业链深度融合，推动行业的全球化发展，提升全球产业竞争力。
a) a)、b)、d) 适用于冶炼、加工领域的技术创新与改造评估。						

表8 有色金属冶炼企业行业特性能力子域成熟度指标要求

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
技术	技术创新与改造	在冶炼领域核心项目层级，开始实施基础设施改造，关注基础自动化设备的引入和初步应用，关注基础网络、基础自动化、管理信息化升级改造。	在冶炼领域关键业务层级，针对配料、熔炼、吹炼、精炼、电解等重点工序以及熔炼炉、阳极炉等核心设备开展自动化升级和数据实时采集能力改造。	在冶炼领域主要业务场景内部署多物理场耦合和恶劣生产环境条件下的在线检测装置，全面感知生产过程和关键设备运行数据和状态；实现重点工序的先进过程控制系统、工业软件 and 智能装备的应用，实现局部智能化。	在全组织范围内冶炼领域根据工艺条件实现关键设备、关键工序全面智能化升级。推动数字化技术、人工智能技术与冶炼环节的融合应用，打造一批引领性融合应用。	企业带领冶炼领域行业产业链实现重大装备、工业操作系统、工业软件、工序等全面的自动化、数字化改造，提升产业链整体生产效率和产业链上下游的自动化、数字化、智能化协同，引领产业或行业发展创新与重构。

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
	中试验证	<p>a) 初步建立中试生产线，用于基本的产品生产工艺和性能验证。</p> <p>b) 生产线设备以传统机械设备为主。</p> <p>c) 研究使用中试验证流程优化工具。</p>	<p>a) 中试生产线能够模拟真实生产环境，满足多种产品的中试验证需求。</p> <p>b) 引入自动化设备提高中试验证效率。</p> <p>c) 引入流程模拟软件等优化工具，对中试验证流程进行模拟和优化。</p> <p>d) 对部分中试线进行数字化改造。</p>	<p>a) 中试生产线能够模拟各种极端条件下的冶炼工艺研发过程。</p> <p>b) 自动化水平显著提升，大幅减少人工干预。</p> <p>c) 广泛应用流程优化工具，实现中试验证流程的全面优化。</p> <p>d) 中试平台实现全面数字化，实现数据的实时采集、传输和分析。</p> <p>e) 引入人工智能技术，支持中试验证过程的智能决策和优化。</p>	<p>a) 建立多功能、高度集成的中试平台，支持多种冶炼产品的中试验证。</p> <p>b) 实现中试环境与生产环境的无缝对接，确保验证结果的准确性和可靠性。</p> <p>c) 流程优化工具与平台实现深度融合，实现中试验证流程的自动化优化。</p> <p>d) 中试平台实现智能化升级，支持远程监控、故障诊断和自动调整。</p> <p>e) 引入物联网技术，实现中试设备间的互联互通和协同工作。</p>	<p>a) 与行业产业链建立紧密合作关系，共同推动冶炼中试验证技术的进步。</p> <p>b) 形成独特的中试验证流程优化方法论，并对外输出。</p> <p>c) 中试平台成为冶炼行业的数字化、智能化示范基地。</p> <p>d) 实现产业链范围内的中试验证资源共享和协同工作。</p>
数 字 化 产	产品设计	<p>a) 应根据客户需求，具备符合国家/行业/企业标准的产品设计规范和 workflows。</p> <p>b) 能够对冶炼主产品、副产品、中间产品等产品设计信息进行信息化收集、分析和规范化管理。</p> <p>c) 能够对产品设计相关数据进行标准化管理。</p>	<p>a) 应具备利用信息技术手段对产品需求进行收集、跟踪分析和能力。</p> <p>b) 企业应建有制造管理系统，可实现产品生产数据的归集，并具有产品的在线质量监测、判定、分析及优化等能力，并能应用数字设计工具，结合生产数据对产品进行设计，提升产品质量和设计效率。</p> <p>c) 能应用数字化设计工具对新产品设计，对设计数据具有归集和信息化管理能力，</p>	<p>a) 应建立冶炼主产品、副产品、中间产品等标准库、生产工艺及设计知识库，在产品的设计时实现快速检索和智能匹配。</p> <p>b) 应建立仿真测试环境，实现产品外观、结构、性能等关键要素的设计仿真，应具备对产品性能影响因素的快速分析能力，并实现对成分、性能等关键参数设计的优化迭代。</p> <p>c) 应实现产品设计与生产经营管理等业务活动的信息交</p>	<p>a) 应基于冶炼主产品、副产品、中间产品等标准库、生产工艺及设计知识库的集成和应用，实现产品设计参数化、模块化。</p> <p>b) 应构建完整的产品设计仿真分析和实验验证平台，并对产品的外观、结构、性能、工艺进行仿真分析、实验验证和迭代优化。</p> <p>c) 应将产品设计、生产、检验、销售等信息集成于产品的数字化模型中，形成成熟的协同设计、平台化设计能</p>	<p>a) 应支持用户、供应商等多方信息交互，协同设计和产品创新，实现用户参与设计。</p> <p>b) 应基于人工智能、大数据等技术实现产品的快速精准设计，实现基于客户目标的产品成分、工艺参数及生产工艺路径的逆向设计与实时优化能力。</p> <p>c) 应支持产品设计平台与物流、营销、供应链、运维、服务等系统集成，实现产品全生命周期设计优化，带动产业链上下游协同设计转型</p>

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
			支持数据、文档的结构化/非结构化信息管理。	互，支持并行协同。	力，可依托网络化协作，对外提供数字化、智能化产品设计等服务。	及发展。 d) 依托成熟的对外数字化、智能化产品设计等服务，带动行业产业链上下游形成冶炼主、副产品的数字化、网络化、平台化设计生态，持续推动产品设计的优化和创新，不断衍生新的产品设计理念与模式。
	工艺设计	<p>a) 应建立冶炼工艺数据、规划文档和设计资料的信息化管理系统，能够对冶炼工艺数据、工艺流程图和文档按照冶炼阶段（熔炼、精炼、电解）进行分类存储、查阅和分析。</p> <p>b) 应确保冶炼工艺数据和文档的安全存储与便捷访问，提供基于权限控制的访问机制以保护敏感数据（如铜矿成分分析、冶炼能耗数据），并支持移动端访问方便现场技术人员实时查询工艺参数。</p> <p>c) 通过信息技术（如 CAD、CAE 等）实现基础的数字化辅助设计，使用 CAD 软件对冶炼设备（如电解槽、阳极炉）进行三维建模和设备优化布局，并利用 CAE 工具模拟冶炼过程中流体动力学行为（如熔池流动、气泡分布）</p>	<p>a) 应实现冶炼工艺设计数据或文档的结构化管理及数据共享。</p> <p>b) 应通过设计管理软件实现工艺设计的流程、结构统一管理以及版本管理、权限控制、电子审批管理等；应记录设计文件每次修改的历史，便于追溯对比；提供电子审批流程确保工艺设计变更经过严格审核，减少人为错误。</p> <p>c) 能够结合先进设计理念，应用自动化、数字化设计工具等开展冶炼工艺设计和优化，提升关键工艺设计效率和精确性，降低设计成本。</p>	<p>a) 应将冶炼工艺数据、文档、模型作为数据资产进行分类存储、管理和使用。</p> <p>b) 应将关键冶炼设备的三维模型与实际运行数据相关联，实现设备的实时监控和预测性维护。</p> <p>c) 应实现冶炼环节不同专业间、跨部门、跨环节的协同设计；实现关键工艺设计的自动化、数字化以及工艺参数的动态优化。</p> <p>d) 应建立冶炼工艺流程、参数、资源、专家经验等关键要素的知识库，并能以结构化的形式展现、查询与更新，实现知识的软件化封装。</p>	<p>a) 应将冶炼知识库与工艺设计系统集成，建立集成机理模型、数据模型、经验模型、融合模型、设备模型、物性数据库、知识库等的冶炼数字化设计平台，实现全面数字化设计。</p> <p>b) 应基于生产作业需求变化、生产环境变化等，实现冶炼工艺设计实时优化与工艺参数自动调整，实现设备布置、管线、电气、控制等设计与资源配置的一体化优化，提高产量和质量。</p> <p>c) 形成成熟的协同设计、平台化设计能力，可依托网络化协作，对外提供数字化、智能化工艺设计等服务。</p>	<p>a) 应基于人工智能等技术，实现冶炼工艺智能改进、创新及自主优化。</p> <p>b) 应实现产业链层面跨区域、跨平台的协同工艺设计，实现工艺设计与工艺优化的智能化和设计资源按需获取。带动行业产业链上下游形成工艺的数字化、网络化、平台化设计生态。</p>

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
		等。				
	计划调度	<p>a) 应基于销售订单和销售预测、安全库存、采购提前期、生产提前期等制约要素，编制主生产计划。</p> <p>b) 应建立计划、设备、资源联动的调度管理机制，并通过制度、流程等形式正常运转。</p>	<p>a) 基于生产数量、交期、原材料库存供给、设备维修情况等信息通过企业资源计划系统（ERP）生成生产计划，将销售订单、物料管理和设备采购等流程进行线上化。</p> <p>b) 用数字化技术手段对关键的工序或者产线，进行生产计划、设备和资源的联动调度，对计划完成情况分析。</p>	<p>a) 基于数字化系统，结合物料需求计划，全面连接生产设备、能源管理和订单信息，实现生产计划的动态优化与调整。</p> <p>b) 在计划调度中综合考虑冶炼炉负荷、能源消耗和原料优化，显著提高冶炼过程的产量和产品质量。</p> <p>c) 实施自动化生产批次调整机制，减少能源浪费并提升设备的利用率和生产效率；建立设备故障预警机制，提前安排设备检修，减少非计划停机时间，提高生产连续性。</p> <p>d) 实现调度指令的实时下达、执行反馈、情况跟踪、结果评价、执行关闭的闭环管理。</p> <p>e) 实时获取计划完成情况，实现对异常情况自动报警和调整。</p> <p>f) 实现计划、设备和资源的全面联动调度。</p>	<p>a) 应实时监控各生产环节、生产批次的原材料、半成品、成品等的投入和产出进度，提出对异常情况的决策建议和优化调度方案。</p> <p>b) 应用人工智能与大数据分析技术，全面评估设备状态、能源消耗与订单需求，优化生产排产计划。</p> <p>c) 应实现自动调整生产订单的执行顺序，降低库存成本，提升运营效率。</p> <p>d) 基于生产过程数据、生产调度算法和各类约束条件（原料保供、物资库存、工作时间、设备能源等），实现调度联动数字化、智能化。</p>	<p>a) 应用人工智能等技术，实时模拟多种生产排产方案，实现自主分析、自主优化生产计划调度方案，实现高效的智能调度。</p> <p>b) 应实现自动给出满足多种约束条件的优化排产方案，形成最优详细生产作业计划。</p>

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
	生产作业	<p>a) 开始使用智能传感器、执行器和物联网等技术, 实现冶炼生产过程中关键设备、关键工艺和关键过程的数据采集和作业监控。</p> <p>b) 开始部署 MOM/MES 系统, 实现对单个环节/单个生产工序/单个部门的数字化管理。</p> <p>c) 建立生产作业监测机制, 制定生产作业规范并有效执行。</p>	<p>a) 自动化装备和机器人技术在熔炼、吹炼、火法精炼、电解精炼等关键工序的部分环节初步应用。</p> <p>b) 使用智能传感器、执行器和物联网等技术, 实现冶炼生产过程关键物料、设备、人员、产品、仓储等数据的采集, 并通过信息系统集成互联。</p> <p>c) 实现核心业务领域的跨环节/跨工序/跨部门的数字化管理。</p> <p>d) 导入精益生产管理理念, 开展生产作业的标准化和精益化管理。</p> <p>e) 生产作业监测机制完善, 初步具备生产异常自感知能力。</p>	<p>a) 自动化装备和机器人技术在除关键工序以外的配料、制酸、公辅动力、取制检等主要生产环节得到广泛应用。</p> <p>b) 普遍使用智能传感器、执行器和物联网等技术, 实现冶炼生产全过程的数据采集和跨环节共享。</p> <p>c) 实现生产作业计划自动下发、生产资源灵活调配和产品质量信息动态监控等跨业务活动的数字化管理。</p> <p>d) 冶炼作业各环节实现协同作业。</p>	<p>a) 冶炼生产线高度自动化和智能化。</p> <p>b) 基于数据、算法和智能模型, 实现生产作业动态决策、实时优化和预测控制。</p> <p>c) 实现全流程生产作业的在线分析、精准执行和高效协同。</p> <p>d) 基于人工智能等技术, 实现冶炼关键工序和工艺的实时优化、参数调整和闭环控制。</p>	<p>a) 生产线高度智能化, 实现生产过程预见性执行和非预见性异常的自动调整。</p> <p>b) 通过行业产业链范围内数据的按需获取、开发和利用, 实现跨组织(企业)的数据共享与智能交互。</p> <p>c) 生产系统与设计、计划、供应链、营销等上下游系统全面集成, 实现全流程、全系统控制的数字化、智能化协同创新。</p> <p>d) 广泛应用先进过程控制系统和人工智能系统, 实现生产作业的自运行、自学习、自决策和自适应调整。</p>

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
	质量管控	<p>a) 建立冶炼质量管控相关的基本规范、标准和流程，如原辅料检验规范、中间物料检验标准、成品检验标准、质量记录管理等。应用信息技术工具进行原辅料、中间物料、成品等的质量数据管理。</p> <p>b) 通过信息化手段记录分析原辅料、中间物料、成品的化验原始数据。</p> <p>c) 按照标准流程和方法完成检验流程，包括取制样、分样、送样、化验、样品归库、样品报废等。</p> <p>d) 初步建立质量追溯体系，尝试进行质量管理的过程数据分析及结果的运用。</p>	<p>a) 应建立检斤系统，对接各类计量衡器数据，实现原辅料、中间物料、成品等的重量数据采集。</p> <p>b) 建立检化验数据管理系统，实现原辅料、中间物料、成品的化验结果的录入、审批和查询。质量管理部门内部的主要业务数据实现线上传递和共享。</p> <p>c) 满足标准的前提下，在化验环节引入仪器代替人工分析，比如 X 荧光仪、光谱分析仪等。在检化验系统上扩展部分实验室管理流程，比如样品全生命周期管理。</p> <p>d) 利用信息技术手段辅助质量管控相关活动，包括质量管理制度、管理流程、质量跟踪、质量检查、结果反馈等。</p> <p>e) 建立完善的质量追溯体系，开展质量追溯。</p>	<p>a) 应建立原材料、半成品、成品质量指标量化标准体系数据库，并接入到生产系统中。</p> <p>b) 全面升级检斤系统为无人值守计量系统，实现计量业务的无人化或少人化操作。升级检验化验管理系统，实现仪器分析数据和人工分析原始数据的全面采集，支持分析最终结果的自动分析。</p> <p>c) 计量、检化验业务数据实现线上的跨部门传递和共享。在多个化验环节引入自动化机器人，实现单一环节的无人化或少人化操作（例如固体物料的自动取样、自动制样、自动分样、自动送样等）。</p> <p>d) 建立全面的质量数据库，实现质量事件的闭环管理。进行产品的质量追溯（例如阴极铜的产品质量问题追溯到阳极铜批次）。</p> <p>e) 运用统计分析工具对质量数据进行深入分析，识别质量趋势和潜在问题。应实现质量过程数据、最终结果的自动判定和报警，实现产品等级的自动判定。</p>	<p>a) 应结合检验检测数据，建立产品质量问题知识库，实时对接采购、生产等系统，自主提出采购、生产等的改善方案。</p> <p>b) 打造统一质量管理平台，集成检化验业务、实验室管理业务、质量管控业务、质量追溯业务等，实现质量管控数字化、智能化。</p> <p>c) 利用智能化、自动化设备，在关键工序、高危作业中实现质量分析无人化，比如火试金分析无人化、中间物料快分无人化、水分测定无人化、熔体成分在线检测、溶液成分在线分析、锌锭分析无人化、在线粒度分析、pH 值在线检测、浊度在线检测等。</p> <p>d) 利用大数据、机器学习等技术构建质量预测模型，辅助追踪与预测生产过程异常，并实时预警。</p> <p>e) 实时采集各环节质量信息，实现全流程质量精准追溯（例如阴极铜的产品质量问题追溯到原料批次。实现跨地域、多工厂的质量数据集中管理和分析的无纸化和信息化）。</p>	<p>a) 基于智能模型实现质量控制自优化。将模型预测结果与设计、生产、供应链、营销等业务优化模型结合，实现质量问题的早期预警和智能决策，促进各业务的优化提升。</p> <p>b) 与供应商、客户等建立质量信息共享机制，共同提升供应链整体质量水平。打造行业级质量管理平台，涵盖原材料供应、生产制造、物流配送、售后服务等全链条，实现质量管理的全面协同。</p> <p>c) 利用 AI 等前沿技术，不断优化质量管控流程，推动产品质量控制和服务的持续创新。</p> <p>d) 应用质量预测模型结果，自主发起追溯，并根据追溯结果自主给出质量优化提升方案。</p>
	设备管理	<p>a) 应建立冶炼相关设备管理制度及巡检、维护标准。实</p>	<p>a) 应实现关键设备远程启停操作、设备状态的实时监测</p>	<p>a) 设备管理系统应和供应链系统集成，实现备品备件的</p>	<p>a) 应建立设备运行与工艺参数的深度关联模型，根据设</p>	<p>a) 应基于设备综合效率的分</p>

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
		<p>现定期设备检修、保养。</p> <p>b) 应通过人工或手持仪器开展设备常态化定期点巡检。</p> <p>c) 应实现部分关键设备的运行数据信息化采集。</p>	<p>与设备异常自动报警。</p> <p>b) 部分关键设备与生产系统实现联动。</p> <p>c) 建立设备编码体系和维保标准。</p> <p>d) 搭建企业级设备管控平台，实现设备全生命周期管理；应依据设备关键运行参数等，实现设备综合效率（OEE）统计分析。</p> <p>e) 应引入自动化设备和技术进行设备巡检工作，如无人机、智能摄像头或巡检机器人等。</p>	<p>从需求、计划到寻源、采购、出入库等的全流程数字化管理。应建立与企业资源管理系统、生产控制系统的网络化集成和数据共享，实现设备维修资源的统一调度和及时供给保障。</p> <p>b) 实现设备全生命周期数据（运行、检维修、改造、报废）融合，初步实现预测性维护。</p> <p>c) 生产设备与生产系统深度联动，可依据生产需求自动调整设备运行参数；借助大数据分析技术，对设备运行数据进行趋势分析，提前预警潜在故障。</p> <p>d) 引入人工智能技术优化设备维护计划，实现设备全生命周期的精细化、智能化管理。</p> <p>e) 应建立完善的数字化管理流程，实现设备管理的数字化、智能化和自动化调度，有效降低设备故障对生产的影响，提高设备维护效率和质量。</p>	<p>备运行状态，自动优化生产工艺参数。</p> <p>b) 应实现设备的虚拟调试与参数优化。</p> <p>c) 应实现设备集群智能管理，具备数据采集、设备状态实时监测、故障预测、自主维修保养等功能。</p> <p>d) 应基于工业大数据，实现设备预测性维护的自适应，维护方案能够根据设备的实际运行状况进行动态调整。</p> <p>e) 应建立分级（设备级、单元级、车间级）设备资源能力模型，以用于如生产计划与控制的优化级提升。</p>	<p>产作业优化。</p> <p>b) 应采用人工智能等先进技术手段，实现设备状态预测模型的自学习、自适应。</p> <p>c) 应实现设备资源利用的自治优化决策分析，实现生产运营的设备资源保障最优化。</p> <p>d) 设备预测性维护应实现全面智能化，可基于设备运行数据和知识图谱自主生成自适应的维护方案。</p>
	仓储物流	<p>a) 应建立仓储管理制度，建立仓库管理台账，实现出入库、盘点和安全库存规划化</p>	<p>a) 建设有符合仓储管理相对应的信息化管理系统，实现出入库、库存盘点和安全库存管控等线上化，实现台</p>	<p>a) 应引入自动化设备及设施（如无人行车、AGV 智能小车、自动打包机、分拣机器人等），实现与仓储系统、</p>	<p>a) 应在实现仓储、物流信息化管理的基础上，建立统一的数据管理平台，对各系统的数据进行汇聚、清洗、治</p>	<p>a) 应利用大数据和云计算技术实现与生产计划和作业、供应链的集成优化，实现最</p>

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
		<p>管理。</p> <p>b) 应建立规范化的物流管理体系，实现对内、外部物料转运的规范管理，包括车辆、驾驶员的集中统一管控、物流信息的跟踪，并结合有效手段，实现物流信息的全流程实时反馈。</p> <p>c) 应根据生产计划、运输订单和经验，制定合理的运输计划并配置调度。</p> <p>d) 应建立突发状况的应急处理预案，具有满足规范要求的充足的安全防护、应急处理设备、设施和手段。</p> <p>e) 应对高危、重点区域和核心管控对象采取切实有效的流程和措施，已保证管控的有效性。</p>	<p>账的实时更新和统计，实现货物库位分配、出入库和移库等管理。</p> <p>b) 建设有能够实现物流管理的信息化系统，实现仓储管理的线上化，物料进出、中转的线上呈现，并对物流信息的线上跟踪和统一管理。通过运输管理系统辅助物料的配送，实现订单、运输计划、调度的综合管理。</p> <p>c) 应有符合应急管理的信息化工具和措施，提升应急的有效性、实时性和规范性，实现对仓储、物流信息以及重点区域的信息化管理。</p> <p>d) 基于系统的应用，实现仓储物流的管理与生产经营的匹配，实现关键信息点的及时、有效反馈。</p> <p>e) 应建立具有一定自动化应用的业务应用场景（如：扫码式出入管理、重点防控区域的实时监控及态势感知、高危作业点的智能装备应用等）。</p>	<p>物流系统的有效对接，提升出入库管理、内外物流流转效率。</p> <p>b) 应基于仓储系统、物流系统与制造执行系统的集成，根据实际生产计划实现生产原料、过程物料及渣料的出入库实时自动管理。</p> <p>c) 应通过高效的配送设备转运设备，结合物流系统，实现备品、备件及辅材料配送计划下达、实施及反馈的管理全过程。</p> <p>d) 应实现系统间的信息有效贯通，对涉及物流、仓储、配送、应急等关键控制点的高效反馈，确保业务流程的闭环管理。</p> <p>e) 应将仓储物流的应急管理与安全监测防护、消防系统进行信息化集成，实现数据共享和系统应急联动处理。</p>	<p>理、加工和利用，形成符合企业自身需求的数据标准及数据管理体系。</p> <p>b) 应基于业务的开展和管理的需求，结合数据的应用，搭建响应的穿透式管理场景，实现业务的全流程管理和重点信息追踪。</p> <p>c) 应利用人工智能等先进技术实现出入库、库存管理、盘点、物料定位等流程的数字化和智能化。</p> <p>d) 应通过数字化仓储设备、配送设备与信息系统集成，根据实际生产状态实时驱动物料配送，实现仓储和配送可视化以及生产计划的动态模拟拣货需求。</p> <p>e) 应通过数据的治理和应用，引入算法模型，根据仓库实时状态数据进行趋势预测，辅助制定纠正和预防措施。</p> <p>f) 应基于模型优化引擎，实现装载能力与配送运输线路优化管理，同时对配送运输全过程信息进行跟踪，对轨迹异常进行报警并及时提醒。</p>	<p>优库存或即时供货。</p> <p>b) 应运用先进信息技术，将进出厂预报、厂内运输车辆调度及线路规划、车辆轨迹跟踪、装卸货监控、进出厂门禁管理等各环节互联互通，宜建立基于历史数据，并结合 AI 模型应用，构建最优流程方案，实现厂区智慧物流。</p> <p>c) 应基于合理规划仓储、厂区布局，核心分拣算法和智能物流算法优化，满足个性化、柔性化生产实时配送需求，实现多个场景的自动化无人配送。</p> <p>d) 应实现仓库重点防控区域的自动优化控制、警情预测与分析决策、应急自治处理与综合治理等。</p>

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
数 字 化 生 产	安全管理	a) 建立安全生产管理制度、操作规程和应急预案，涵盖职业健康、安全作业、安全培训等方面。 b) 安全数据采用信息化手段进行管理。 c) 满足行业安全监管基本要求，建设了必要的安全监管系统。	a) 在关键作业区域（如熔炼炉、电解车间）实现安全参数的实时监测。 b) 针对特定作业场景（如高空作业、有限空间作业），通过现场标识、警示系统等方式加强管控。 c) 使用数字化手段分析安全数据，如事故统计、隐患排查等，实现数据共享。 d) 根据冶炼企业的安全风险特点，制定针对性的安全管理措施和应急预案。	a) 实现安全生产全流程的数字化管理，包括职业健康监测、安全作业许可、隐患排查治理等。 b) 安全管理系统与生产等系统深度集成，实现数据共享和业务协同。 c) 利用数据分析技术识别安全趋势和潜在风险，实现安全风险的早期预警和智能提示。 d) 建立科学的风险评估体系，对危险源进行动态识别、分级管理和定期评估，制定有效的风险控制措施。	a) 实现跨地域、多工厂的安全数据集中管理和分析。 b) 实现紧急情况下的快速响应和协同处置。 c) 通过物联网、智能穿戴设备等技术，实现人机物环境的风险全面监控和智能化管控。 d) 利用大数据、机器学习等技术不断优化安全管控流程，提升安全管理效率和效果。	a) 构建涵盖供应商、客户、政府机构等多方参与的安全生态系统，实现安全管理的全面协同。 b) 利用 AI 技术，实现智能化的安全决策支持、风险自管控、应急处置自决策与自优化。
	环保管理	a) 针对冶炼企业中的碳排放和产生的环境污染物（废水、废气、固体废弃物（废渣、废灰、废石）），建立基本的环保管理制度和操作规程，包括设备排放控制、噪音管理、废物分类等，确保符合环保法规要求。 b) 环保数据主要通过信息化手段管理，并进行分析。 c) 建立碳足迹概念，所有物资、能源在各个车间、环节进出皆有明确数据，有意识地收集碳足迹计算数据。	a) 在关键环保设施（如废气处理系统、污水处理站）上安装自动化监测设备，如传感器，实现环境参数的实时监测和记录。 b) 对环保数据进行分析，识别潜在的环境风险。 c) 实现环保数据与相关生产系统的共享。 d) 可正确计算碳足迹量化指标，并形成报告。 e) 针对行业特殊环保要求强化数字化工艺应用，如优化	a) 实现全方位环保数据实时监测和预警，实现环保管理全流程的数字化。 b) 实现环保数据与生产（MES）、质量、供应链（ERP）等主要业务系统的全面集成和交互，实现环保数据的实时共享和业务协同。 c) 利用大数据分析技术对环保数据进行深度挖掘，支持环保管理决策。 d) 开展产品生命周期评估（LCA），评估产品从原材料采购到废弃处理的全过程环	a) 构建以环保为核心的数字化管理体系，推动绿色生产实施。 b) 实现环保数据与企业内外所有相关系统的无缝集成，包括上下游企业供应链系统。 c) 利用 AI、机器学习等智能化技术，全面模拟和验证环保管理决策，如环境风险评估模型、排放优化算法等，确保决策的科学性和有效性。 d) 建立产品生命周期评估数	a) 实现环保数据与国内外产业链上下游企业的全方位、多层次集成，构建全方位环保管理生态系统。 b) 实现环保管理全流程动态跟踪及分析。通过深度智能模型，自主优化重点环保设备运行参数、相关流程控制参数，实现环保管理的预知预警与管理过程的智能决策。

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
		<p>d) 关注有色金属冶炼行业的特殊环保要求，如重金属排放控制、废气治理等，</p> <p>e) 能识别常见环保风险。</p>	<p>废气脱硫、脱氮（脱硝）、去除氟化氢等数字化处理工艺，建立废物循环利用和回收系统，提高处理效率和资源利用率。</p> <p>f) 实现关键设备优化与节能改造：通过优化关键设备的运行方式，降低能耗，例如脱硫工艺中，优化循环泵和氧化风机的组合方式，减少设备电耗。</p> <p>g) 实现多工况下的节能运行：根据不同工况（如负荷、污染物浓度）自动优化运行模式，降低能耗，例如脱硫工艺中，在低负荷、低硫分工况下，通过调整供浆流量、循环泵组合等方式，实现最低能耗运行。</p> <p>h) 建立环保风险评估体系，制定风险评估标准，采用数字化工具对常见风险进行量化。</p>	<p>境影响，指导产品设计和生产决策。</p> <p>e) 实现对环保工艺过程的精准监控和实时调节，例如脱硫工艺中，通过数据分析和优化算法，根据烟气参数和运行状态自动调整运行参数，提高脱硫效率，同时降低能耗。</p> <p>f) 建立完善的环保风险评估数字模型，结合数据分析准确量化风险等级，制定针对性控制策略。</p>	<p>据模型，智能分析和预测生产活动对环境的影响，提前作出相应调整和处理。</p> <p>e) 实现数据驱动的环保工艺优化智能寻优。例如脱硫工艺中，通过嵌入式工艺模型和智能算法，实现在环保达标基础上的全面节能。</p> <p>f) 建立数据驱动的动态环保风险评估和预警系统，通过数字建模和分析，实时监测风险变化，自动报警，提前采取措施预防环境事故。</p>	
	能源管理	<p>a) 建立基本的能源管理规范与制度。</p> <p>b) 建立基础能源计量体系，在熔炼、吹炼、精炼、电解等关键工序部署能耗数据采集设备，实现重点设备或用能环节的能耗统计。</p> <p>c) 基本建立能源管理信息</p>	<p>a) 建立全面且规范的能源管理规范、制度和体系，涵盖能源采、产、储、配、用、回收的全过程。</p> <p>b) 建立能源在线计量体系。针对熔炼炉、吹炼炉、电解槽、精炼炉等核心设备或用能环节，实现能耗数据的自</p>	<p>a) 能源监测和计量范围基本覆盖整个冶炼工序。借助物联网、工业互联网等技术实现全方位的能耗实时监测、能效实时分析和异常预警。</p> <p>b) 建立全面完善的能源管理系统，并与 DCS、MES 等生产及调度系统集成，形成系统间数据互通，实现各工序生</p>	<p>a) 基于工业互联网、大数据、AI 等技术，结合冶炼生产工艺机理，建立数据驱动和机理建模相结合的冶炼生产能源数字模型，建立能源消耗预测、能耗优化调度、多工序协同优化、多能源协同优化等模型，并具备不断迭代优化的能力。</p> <p>b) 实现能源数据与生产、质</p>	<p>a) 建立能源数据资产，并运用 AI、大模型等新一代信息技术进行智慧能源管控，实现冶炼生产中能效异常的智能诊断、处置建议的智能生成、节能优化措施的自主执行等。</p> <p>b) 建立智能、自适应且可持续发展的能效提升计划制定</p>

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
		系统，建立能源消耗台账，实现冶炼环节能源消耗总量的可追溯，并对相关能源数据进行分类统计和分析，评估能源系统运行状态。	动采集和能效的在线分析。 c) 建立能源管理系统，实现客观、真实、全面的能耗数据统计、用能分析、能效评估、能效对标、节能管理、用能考核等常用功能。 d) 基于能源统计分析，开展节能改造，试点应用各类低碳节能技术及工艺、装备等；	产调度、工艺参数与能耗数据等之间的协同。 c) 应用机器学习、AI 等技术，对能源数据进行深度挖掘分析，识别能源浪费环节，发现节能瓶颈；对重点用能环节及设备的能效变化提供根因分析，实现生产能效管理闭环优化和节能改善等。 d) 实现各类能源介质的碳排放量盘查，并对排放源/各工序排放/减排强度进行综合分析，支撑碳排放管理体系的申报、核查等。	量、供应链等主要业务系统的全面集成和交互，在考虑能源价格变化、生产计划调整、设备运行状况等多因素的情况下，实现能源系统的高效管理和整体最优。 c) 基于大模型等技术，建立涵盖能源采、产、储、配、用、回收全过程，以及能效瓶颈、能源优化调度、节能管理等内容的“知识库”或垂直领域大模型。 d) 建立碳体系数字化管理能力，形成工序级、产品级能源足迹、碳足迹盘查和追溯；对碳资产形成数字化过程管理，并对碳管控系统建立流程管理。	系统。利用 AI、大模型等技术对能源市场价格波动、产线设备运行状态、下游产品市场价格波动等进行综合智能分析和智能决策，指导生产计划的动态优化调整。 c) 与电网等上下游企业建立需求响应机制，例如参与区域能源的削峰填谷等，形成新的业务模式和业态。 d) 支持清洁能源替代（绿电、氢能）的碳减排效益模拟与调度决策，提升降碳水平，最终实现低碳或零碳生产。
	生产协同	a) 建立基本的生产协同流程和规范，确保各环节间的基本沟通与合作。 b) 制定并实施跨部门（如生产、研发、设计、中试、供应链）的基础协同流程，明确各环节职责和协作方式。 c) 建立标准化的生产计划、设备维护记录、质量控制文档等，便于信息传递和追溯。 d) 各部门间开始尝试数据共享。部分业务实现与外部企业协作。	a) 在冶炼部门内部实现数据共享与数据应用，例如基于生产数据优化局部工艺参数。 b) 在特定生产场景下优化协同效率，通过分析场景的特点和需求，简化繁琐环节，明确关键节点的协同要求，提升响应速度，提高生产效率。 c) 引入生产计划与调度、设备协同系统，实现各系统数据对接，提高生产协同准确性和及时性。	a) 对生产协同相关的系统进行集成和优化，实现业务流程的无缝衔接，提高协同效果。 b) 实现关键环节（如熔炼温度、电解效率等）的实时数据采集，并支持跨部门（如生产、质检、仓储）的协同决策。 c) 实现冶炼生产与供应链、设备管理、能源管理等系统的集成联动。 d) 针对生产工艺流程存在的工艺缺陷和问题，通过研发、	a) 整合生产、物流、能源等数据，构建统一的生产协同平台，集成生产计划、设备管理、质量控制、供应链管理等功能，实现协同智能决策。 b) 建立数据协同分析模型库，支持跨业务、跨环节生产异常辅助决策（如设备停机后的应急调度、工艺优化提升等），并生成优化建议。 c) 应基于实时生产数据和预测模型，自动调整生产计划，优化生产调度，提高调度效	a) 形成生产协同的生态系统，将企业内部各部门、上下游企业等紧密联系，实现资源共享、信息互通、创新协同，推动行业创新发展。 b) 构建开放式创新平台，吸引外部创新资源参与生产协同流程的优化和创新。 c) 与全球范围内的企业和机构建立合作关系，实现全球化的生产协同和资源共享，拓展国际市场，开展国际合作项目。 d) 生产协同生态系统与全球

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
			<p>d) 建立生产协同的标准化流程，对协同流程进行细化和规范，明确每个环节的输入、输出和操作规范，提高协同的规范性和效率。</p> <p>e) 建立生产协同效果评估体系，能够从效率提升和问题解决等方面进行简单评估。</p> <p>f) 实现核心流程、关键生产环节的生产协同，形成常态化的生产协同机制。</p> <p>g) 实现采选部门、冶炼部门、加工部门的关键生产数据共享。</p>	<p>小试中试与生产工艺协同，提升优化工艺流程。</p> <p>e) 将质量控制全面嵌入到研发、生产和供应链协同流程中，实现全流程的质量控制。</p> <p>f) 实现供应链的智能化管理，包括智能采购、智能库存控制等，提高供应链协同效率。</p>	<p>率。</p> <p>d) 开发协同优化工具，如流程模拟、瓶颈分析等，支持生产协同过程的持续优化。</p> <p>e) 与上下游企业及周边生态伙伴等建立广泛的协同网络，实现资源共享和创新发展。</p> <p>f) 建立全面的生产协同效果评估指标体系，从多个维度评估协同效果，包括协同效率、资源整合效果、创新贡献等方面。</p>	<p>产业链深度融合。</p> <p>e) 利用人工智能、机器学习等技术构建生产协同生态系统的智能监测与优化机制，实现生态系统的自我感知、自我调整和自我进化。通过分析海量的协同数据，挖掘潜在的协同模式和创新机会，自动优化协同流程和资源配置。</p>

表9 有色金属加工企业行业特性能力子域成熟度指标要求

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
技术	技术创新与改造	在加工领域核心项目层级，开始实施基础设施改造，关注基础自动化设备的引入和初步应用，关注基础网络、基础自动化、管理信息化升级改造。	在加工领域关键业务层级，针对熔炼、铸造、轧制、挤压、退火、精整等重点工序和熔炼炉、铸轧机、等静压机、线切割机加工设备等开展自动化升级和数据实时采集能力改造。	在加工领域主要业务场景内全面感知生产过程和关键设备运行数据和状态；实现设备和控制模型智能化、生产操作少人化、集中化等。	在全组织范围内加工领域根据工艺条件实现关键设备、关键工序全面智能化升级。推动数字化技术、人工智能技术与加工环节的融合应用，打造一批引领性融合应用。	企业带领加工领域行业产业链实现重大装备、工业操作系统、工业软件、工序等全面的自动化、数字化改造，提升产业链整体生产效率和产业链上下游的自动化、数字化、智能化协同，引领产业或行业发展创新与重构。

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
	中试验证	<p>a) 企业应在研发成果转换过程中建立中试生产线。</p> <p>b) 应对中试生产线工艺、设备、智能制造、车间布局等进行合理化设计。</p> <p>c) 应建立中试生产线管理制度。</p> <p>d) 应记录中试生产线工艺、设备、能耗、环保等数据。</p>	<p>a) 应实现中试产线单台设备自动化。</p> <p>b) 应使用仿真模拟软件对中试生产过程进行模拟。</p> <p>c) 应使用信息化系统储存、查询中试生产线相关数据资料。</p> <p>d) 应使用数字化手段将生产线熔炉、轧机、拔丝、空压机、循环水等重要设备的工艺、设备、能耗、环保数据进行采集。</p>	<p>a) 应打通设备数据互联，实现生产线自动化。</p> <p>b) 应引入流程优化工具对生产线进行全面优化。</p> <p>c) 建立中试平台统一管理所有中试生产线数据和资料。</p> <p>d) 中试平台实现全面数字化，实现数据的实时采集、传输和分析。</p>	<p>a) 应采用具备边缘计算、AI等能力的智能设备，提升中试生产线智能化水平。</p> <p>b) 应在中试平台内采用 AI、大数据等模型算法，对中试生产线各项参数进行自动化优化。</p> <p>c) 中试平台与企业其他经营、生产、设备、能源、安全等平台实现数据共享。</p> <p>d) 中试平台实现智能化升级，支持远程监控、故障诊断和自动调整。</p>	<p>a) 应具备自主研发智能设备、工装的能力，将中试生产能力转变为服务能力，引领行业发展。</p> <p>b) 中试平台可根据企业工艺创新结果自主设置中试生产线各项数据，并持续优化。</p> <p>c) 中试平台成为加工行业的数字化、智能化示范基地。</p> <p>d) 实现产业链范围内的中试验证资源共享和协同工作。</p>

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
数 字 运 营	数字化营销	<p>a) 应建立销售管理规章制度体系。</p> <p>b) 应基于市场信息和销售历史数据（区域、型号、用户统计分析、产品定位、数量等），通过人工分析进行市场预测，制定销售计划。</p> <p>c) 应对销售订单、销售合同、分销商、客户等信息进行统计和管理。</p> <p>d) 应对销售对象、销售情况进行必要的跟踪。</p>	<p>a) 应通过信息技术手段实现线上搭建销售制度体系。</p> <p>b) 应通过信息技术手段实现销售计划、订单、销售历史数据的管理；应可通过系统进行销售数据的统计分析；</p> <p>c) 应通过信息技术手段实现对销售订单、销售合同、分销商、客户等信息进行统计和管理。</p> <p>d) 应通过信息技术手段实现分销商、客户静态信息和动态信息的管理，进行客户关系维护。</p> <p>e) 应建立信息化的销售结算处理系统，实现产销结合的信息化管理模式应具备采用多种信息化手段的销售服务质量管理的体系化应用。</p>	<p>a) 应实现线上销售流程审批，体系文件分类管理。</p> <p>b) 应根据数据模型进行市场预测，生成销售计划。</p> <p>c) 应与采购、生产、物流环节集成，实现客户实际需求拉动采购、生产和物流计划，通过与仓储管理系统集成，整合销售和产品仓储业务。</p> <p>d) 应与质量管理系统、制造执行管理系统的集成，实现产品售后质量协同追踪和追溯、质量问题的及时反馈，形成质量成因分析和质量改善建议。</p>	<p>a) 应用大数据、云计算和机器学习等技术，通过数据挖掘、建模分析，全方位分析客户特征，实现满足客户需求的精准营销，并挖掘客户新的需求，促进产品创新。</p> <p>b) 企业应综合运用各种渠道，实现线上线下协同，统一管理所有销售方式，并与企业级信息系统集成，实现根据客户需求变化动态调整设计、采购、生产、物流方案。</p> <p>c) 应基于企业相关系统的集成，实现个性化、柔性化在线定制销售。</p>	<p>a) 通过虚拟现实技术，满足销售过程中客户对产品使用场景及使用方式的虚拟体验。</p> <p>b) 应实现产品从接单、答复交期、发货、回款全过程的智能管理。</p> <p>c) 应通过人工智能技术手段、通过对客户信息的挖掘、分析，优化客户需求预测，制定精准的销售计划。</p> <p>d) 应利用人工智能技术，建立客户评价模型，从收入贡献、订单量、款项往来等多维度分析。</p>
数 字 产	产品设计	<p>a) 应根据用户需求，按照经验进行合金成分、成型方式、产品外观、包装方式等产品设计方案的策划。</p> <p>b) 应基于计算机辅助开展有色金属产品设计。</p> <p>c) 应制定产品设计过程相关规范，并有效执行。</p> <p>d) 应根据企业产品定位，设计产品全流程质量控制标</p>	<p>a) 应引入基于新技术的成分检测、尺寸测绘等方面的专用工具系统。</p> <p>b) 应建立合金成分、形态外观、结构尺寸、包装方式等产品设计元素的数据库和设计知识库。</p> <p>c) 应建立满足跨部门协同开展的产品设计管理系统，满足协同设计与产品设计迭代</p>	<p>a) 应建立集营销、研发、生产、工艺等模块的产品设计互通平台，流程化驱动各职能的产品设计协同。</p> <p>b) 应建立合金新材料研发的大数据分析平台，覆盖成分、工艺、性能、成本的多维数据。</p> <p>c) 应建立基于合金材料研发、产品设计知识的产品仿</p>	<p>a) 应建立金属材料在热力学、应力等方面的仿真模型。</p> <p>b) 应建立金属材料、产品外观、质量标准、工艺特性等全息数据模型，建立多尺度仿真模板和预测模板。</p> <p>c) 应将产品设计、生产、检验信息等集成于产品的数字化模型中，实现基于模型的产品设计和管理。</p>	<p>a) 应建立基于机器学习的有色金属合金材料预测模型，融合多尺度仿真模型，形成模块化产品设计能力。</p> <p>b) 应建立基于有色金属材料基因工程的材料智能体，指导有色金属产品智能设计。</p> <p>c) 应建立贯通上下游供应链的产品设计协同平台。</p> <p>d) 应建立基于低碳、环保等</p>

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
		准。 e) 应建立有色金属加工原材料、过程工艺参数等统一的产品设计机制。	追溯。 d) 应建立合金新材料研发信息系统, 包括再生金属、新牌号合金等, 实现成分配方、理化测试、塑性特性等基础数据的结构化存储。	真平台。	d) 应建立产品设计的云平台, 实现用户、供应商等多方信息交互、协同设计和产品创新。	绿色化产品设计, 满足再生金属、碳足迹等全球体系认证。
	工艺设计	a) 应制定工艺设计过程相关规范, 并有效执行; 应满足国家或地方政府对环保、安全的要求; 设备选型配置符合清洁化、安全、绿色生产的要求, 满足相应场合的标准规范要求。 b) 应基于产品设计数据开展工艺设计和优化, 工艺路线应采用国家鼓励和推荐的先进技术、工艺及装备。 c) 有明确的设计流程管理措施; 建立了明确的设计管理和质量控制体系; 有明确的跨专业协作制度。 d) 应建立工艺技术文件、工艺台账和工艺卡片; 应建立规范的工艺报警处置规则和流程; 建立工艺文档或数据的管理机制, 实现图纸规范化、标准化, 能够对工艺信息进行记录、查阅和执行; 工艺布置、设备布置合理, 充分满足生产和操作的功能保障。	a) 应建立工艺设计规范和标准, 指导计算机辅助工艺规划及工艺设计。 b) 按照产品或装置分类, 在系统中维护结构化的工艺参数、质量标准参数、设备参数等。 c) 应通过设计管理软件实现工艺设计数据或文档的结构化管理及数据共享, 实现工艺设计的流程、结构的统一管理, 以及版本管理、权限控制、电子审批管理等。应实现工艺设计过程中不同专业之间的并行协同。 d) 应通过数字化系统实现工艺技术文件编制、审核、变更、审批及下发; 应通过数字化系统实现工艺报警、工艺连锁、工艺变更; 工艺设计应有产能分析和物料平衡分析计算。工艺设计充分考虑先进性和经济性的结合。 e) 应基于模拟计算、工艺仿真等软件对工艺进行建模分	a) 具有完善的法律法规数据库, 且可以及时在线更新, 以保有最新的政策法规数据信息。可以实现数字化设计系统的基本合规性检查、以及良好快速的合规性检索。 b) 应建立典型有色金属合金产品组的对应的工艺标准库及设计知识库, 在产品设计时进行自动匹配和引用。 c) 应建立工艺设计与管理平台, 实现工艺设计数据或文档的结构化管理及数据共享; 应实现设计平台与其他诸如设备、建筑等设计平台间关联信息的融合共享。 d) 应建立有色金属典型制造工艺流程、参数、资源等关键要素的知识库, 并能以结构化的形式展现、查询与更新; 应通过数字化系统实现工艺报警的定向推送、多终端报警及闭环管理。 e) 应基于数字化模型实现工艺关键环节的仿真分析及迭	a) 应基于有色金属合金产品组的对应的工艺标准库、设计知识库的集成和应用, 实现工艺设计参数化、模块化。 b) 应与安全、设备、环保、生产等专业实现工艺技术管理的数据统一, 用于建模分析, 辅助工艺优化及质量改进; 应实现多专业、多站点数字化协同设计; 应具有覆盖设计和施工乃至使用期间全周期的设计、修改、工程改扩建的全要素数字化集成和协同能力。 c) 应建立工艺技术知识库(生产模型、操作规程、产品配方、应急预案等), 实现数据结构化; 应与现场实际操作进行关联, 进而优化迭代知识库。 d) 应具有完备的数字化设计系统, 建立包含工艺模型、设备模型、工艺参数等信息的工艺模型, 将完整的工艺信息集成于三维数字化模型中; 采用全数字化设计, 提	a) 应基于云服务平台, 围绕产业链实现多领域、多区域、跨平台的全面协同, 提供即时的工艺设计服务。 b) 设计系统应高度智能化, 具有高水平的数据挖掘分析和设计分析优化专家系统。通过工艺技术知识库的集成对工艺研发优化提供要素, 通过大模型、人工智能、数字孪生技术实现工艺研发与工艺技术知识库的双向迭代。 c) 应实现数字孪生仿真模型与生产实时数据的全流程集成, 采用自学习方式优化工艺, 持续迭代; 应实现基于数据驱动的自适应生产, 利用机器学习、大模型等人工智能技术对工艺控制参数进行自调节, 消除负荷波动影响。 d) 工艺平稳率、装置自控率达到 100%, APC 有效投用率实现在线统计分析, 均达到

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
		<p>e)应根据理论或经验对工艺设计开展工艺参数设计和优化。</p> <p>f)建立工艺自动化控制的相关规范、统计标准，并有效执行；应基于设计经验，进行计算机辅助工艺规划及工艺设计。</p>	<p>析，对关键工艺装置参数进行迭代优化；工艺参数、质量参数、设备参数通过系统实时获取，并与标准值进行关联，超出范围值进行预警。生产数据自动数采率达到80%以上。</p> <p>f)应基于典型产品或特征建立工艺模板，实现关键工艺设计信息的重用。</p>	<p>代优化；设计系统应具有一定的优化设计能力。具有流体力学、热力学、机械工程、矿山工程等方面的专家系统和数学模型，可以在设计阶段开展工艺系统验证和生产模拟。</p> <p>f)应自动生成工艺技术月报（生产月报）；具有数字化的设计工具体系；能够实现工艺平稳率、装置自控率、自动功率控制（APC）投用率实现在线统计分析，均达到60%以上，生产数据自动数采率达到90%以上；通过信息化手段真实统计APC有效投用情况。</p>	<p>供虚拟现实模拟工厂设计呈现，具备工厂信息化综合集成接口，实现与制造系统的数据共享和融合；工艺平稳率、装置自控率达到90%，APC有效投用率实现在线统计分析，均达到80%以上，生产数据自动数采率达到100%。</p>	100%。
	计划排产	<p>a)应基于销售订单和销售预测等信息，编制主生产计划。</p> <p>b)应基于主生产计划进行调度排产，编制详细生产作业计划。</p> <p>c)通过信息化手段传递生产调度指令，并进行执行情况跟踪和计划完成情况分析。</p>	<p>a)应通过信息系统，基于生产数量、交期、原材料库存供给等约束条件，辅助编制主生产计划。</p> <p>b)应基于安全库存、采购提前期、生产提前期等制约要素，使用数字化技术辅助物料需求计划的运算和编制。</p> <p>c)应基于信息系统辅助编制详细生产作业计划，开展生产调度。</p>	<p>a)应实现基于信息系统的安全库存、采购提前期、生产提前期、制造过程数据等要素实现物料需求运算，结合生产资源调度数字化模型和算法，自动生成有限能力主生产计划。</p> <p>b)应基于有限产能算法开展排产，自动生成详细生产作业计划，并支持人工调整。</p> <p>c)实时监控各生产环节、生产批次的原材料、半成品、成品等的投入和产出进度，实现系统自动预警和分析调度排产的异常情况（如：生产延时、产能不足），并支</p>	<p>a)基于生产过程数据、生产调度算法和各类约束条件（产线资源、工艺顺序、工作时间、设备能源等），实现高级排产与调度，实时处理生产过程中的波动和风险，实现优化排产。</p> <p>b)应实现跨平台的高级智能排产应用，实现销售合同到生产计划、计划到生产规划部署的高效处理与资源调度自动化，保证订单的快速响应和生产的灵活性。</p> <p>c)应建立计划排产与制造执行及其生产控制系统的集成联动能力，实现基于智能排</p>	<p>a)应建立基于人工智能技术的新一代高级计划与高级排产系统。</p> <p>b)应用大数据和人工智能技术，实现动态实时的排产与调度，提前处理生产过程中的波动和风险，实现最优排产。</p>

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
				持对异常的自动调整。	产的自动化生产。	
	生产作业	<p>a) 关键加工设备具备基础自动化系统：如，熔铸设备、铸造机、热轧机、冷轧机、箔轧机、挤压设备、拉拔设备、锻造设备、工业炉、精整设备、辅助设备的关键设备使用 PLC 等数字化控制系统实现基础自动化控制。</p> <p>b) 关键工艺数据和关键加工过程、质量及设备状态数据自动检测覆盖率不小于 60%，例如工艺参数（如轧制温度、速度、轧制力、厚度等）实现自动检测与自动控制。</p> <p>c) 具备一定的数据采集能力；可以对主要历史数据进行查询。</p> <p>d) 通过信息化手段，实现作业计划信息的传递。</p>	<p>a) 主要加工设备自动化控制系统配置比例不小于 80%。</p> <p>b) 自动化控制系统和在线检测系统对加工设备的加工过程、质量及设备状态数据自动检测覆盖率不小于 80%。</p> <p>c) 通过信息化系统建设实现熔铸、轧制、拉拔、挤压、精整、热处理、包装等工序的标准作业。建立加工作业流程要素编码体系，如物料品类、工艺规程、设备状态、班次信息等编码等。</p> <p>d) 关键加工设备配置有加工过程控制系统（L2 系统），例如轧机的轧制过程控制系统，具备生产计划和加工工艺参数的自动接收功能；关键设备具备故障自动报警功能。</p>	<p>a) 基于企业的数字化平台和数据标准化工作，建设企业生产作业统一数据库，实现关键加工设备的互联互通。</p> <p>b) 对主要产品的加工全流程实现数字化感知，数据采集覆盖主要加工设备，具备关键数据全流程查询、自动统计分析报表生成的能力。</p> <p>c) 主要产品关键加工工序的工艺数据、质量数据等自动采集率不小于 90%。</p> <p>d) 主要加工设备配置有加工过程控制系统（L2 系统），例如轧机的轧制过程控制系统，具备生产计划、物流信息自动接收和加工工艺参数的自动接收与下发功能；具备加工过程实时数据统计分析和自动报表功能。</p> <p>e) 通过数字化平台，实现主要设备和关键工序异常的自动报警与信息发布。</p>	<p>a) 基于企业的数字化平台，实现主要加工设备的全连接，实现主要生产设备生产作业相关的计划、工艺、物料、质量、设备、能源、安全等数据的实时共享与关联。</p> <p>b) 建设主要产品的加工过程数字化仿真系统，基于历史数据，实现产品工艺路线的实时优化与智能调控。</p> <p>c) 主要加工设备配置加工过程工艺模型（例如板带轧制模型、材料热处理模型、型材挤压模型等），根据历史与实时数据，自动完成加工过程质量的预测与加工工艺的优化调控。</p> <p>d) 主要设备具备生产过程数据自主学习与自优化能力，为设备效率、能耗等指标提供优化指导。</p> <p>e) 主要设备和关键工序具备故障预测性维护或异常自动报警与修复功能。</p>	<p>a) 实现主要产品加工过程的数字孪生，结合人工智能等技术，实现已有产品的加工工艺智能寻优和新产品的加工工艺智能设计。</p> <p>b) 主要设备具备自主学习自优化能力，基于加工过程工艺模型、数据和 AI 算法，自动完成加工过程、质量、能源、效率的自主寻优。</p> <p>c) 主要设备和关键工序具有自主诊断和自主恢复能力。</p>
	质量管控	<p>a) 应建立有色金属加工全过程的质量管理体系。</p> <p>b) 应建立原料、生产、搬运、</p>	<p>a) 应建立原辅料、生产过程、物流仓储等环节的质量管理信息系统，对质量因素进行自动采集，对来料良率、合</p>	<p>a) 应实现跨车间、跨工厂的质量数据共享。</p> <p>b) 应建立质量改善管理平</p>	<p>a) 应建立基于人工智能的原材料检验模型、质量在线智能检测模型、过程质量控制模型等，满足基于数据模型</p>	<p>a) 应建立生产全过程质量智能管控体系，满足原辅料、半成品、成品等关键质量指</p>

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
		<p>包装等全过程的质量管控操作规范。</p> <p>c) 应实现实验室质量检测数据的标准化管控。</p>	<p>格率进行统计分析，并对质量异常（缺陷分析）进行跟踪、监控。</p> <p>b) 应建立实验室质量的信息系统，制定实验室数据的界面接口。</p> <p>c) 应建立在线产品质量检测系统。</p> <p>d) 应建立基于生产执行的过程质量管控系统，满足质量分析、质量预警、纠偏干预等需求。对关键工序的缺陷指标进行跟踪分析，并制定相应的预防措施。</p>	<p>台，满足生产全过程质量改善管控、正反向质量追溯等需求。应自动判断检测结果，并自动同步到质量和生产管理系统，对产品质量问题进行汇总分析，制定质量改善预防措施，跟踪措施执行情况，实现质量改善的闭环管控。</p> <p>c) 应建立数字化的实验室管理平台，贯通原料、配方、生产工艺等环节信息。</p> <p>d) 应建立工艺与质量关联图谱、质量专家库、质量缺陷标准库等数字化知识库。</p>	<p>的质量分析、质量预测和工艺优化，实时响应工艺参数自动调整。</p> <p>b) 应建立质量根因分析和基因链的分析模型，把专家经验转化为规则库，形成质量控制智能决策能力。</p> <p>c) 应建立基于数字孪生、工艺仿真的数字实验室，实现质量预测模型的推广与持续优化。</p> <p>d) 应基于在线监测的质量数据和生产过程质量控制，建立质量数据模型预测生产过程异常，并实时预警。</p>	<p>标的动态、自主管控。</p> <p>b) 应建立并重构以质量管控为核心的业务流程，形成“自感知、自分析、自决策、自执行”的质量自治体系。</p> <p>c) 应基于人工智能、大数据等技术，实现生产过程质量非预见性异常智能调整。</p> <p>d) 应建立集成上下游供应链数据的质量协同体系。</p>
	设备管理	<p>a) 应建立熔炼炉、铸造机、轧机、挤压机、锯切机等关键设备管理与维保制度；实现定期设备检修、保养。</p> <p>b) 应建立合理的备品备件储备。</p> <p>c) 应通过人工或手持仪器开展设备常态化定期点巡检，及时发现设备异常，并消除故障。</p> <p>d) 具有关键工序和设备数字化改造方案。</p>	<p>a) 应建立关键设备管理、维保管理、备品备件管理的信息化系统，通过信息技术手段实现设备状态监测和预警，形成预防性维护计划。</p> <p>b) 部分关键设备与生产系统实现联动。</p> <p>c) 建立设备编码体系和维保标准。</p> <p>d) 搭建企业级设备管控平台，实现设备全生命周期管理。</p> <p>e) 应引入自动化设备和技术进行设备巡检工作，如无人</p>	<p>a) 设备管理与企业资源管理系统、生产控制系统实现网络化集成和数据共享，实现设备在线管理、监控，实现设备维修资源的统一调度和及时供给保障。</p> <p>b) 应通过在线监测技术，开展远程诊断分析，实现设备状态的诊断分析。</p> <p>c) 应依据设备故障状态，自动生成、更新备件目录、检修标准、检修人员等可执行工单，实现基于数据状态的检修维护闭环管理。</p>	<p>a) 应建立设备运行与工艺参数的深度关联模型，根据设备运行状态，自动优化生产工艺参数。</p> <p>b) 应实现设备的虚拟调试与参数优化。</p> <p>c) 应实现设备集群智能管理，具备数据采集、设备状态实时监测、故障预测、自主维修保养等功能。</p> <p>d) 应基于工业大数据，实现设备预测性维护的自适应，维护方案能够根据设备的实际运行状况进行动态调整。</p>	<p>a) 应基于设备综合效率的分析，自主驱动工艺优化和生产作业优化。</p> <p>b) 应采用人工智能等先进技术手段，实现设备状态预测模型的自学习、自适应。</p> <p>c) 应实现设备资源利用的自治优化决策分析，实现生产运营的设备资源保障最优化。</p> <p>d) 设备预测性维护应实现全面智能化，可基于设备运行数据和知识图谱自主生成自适应的维护方案。</p>

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
			机、智能摄像头或巡检机器人等。 f) 关键工序设备应开展数字化改造。			
	仓储物流	a) 应建立仓储管理制度，建立仓库管理台账，实现出入库、盘点和安全库存规划化管理。 b) 应建立规范化的物流管理体系，实现对内、外部物料转运的规范管理，包括车辆、驾驶员的集中统一管控、物流信息的跟踪，并结合有效手段，实现物流信息的全流程实时反馈。 c) 应根据生产计划、运输订单和经验，制定合理的运输计划并配置调度。 d) 应建立突发状况的应急处理预案，具有满足规范要求的充足的安全防护、应急处理设备、设施和手段。 e) 应对高危、重点区域和核心管控对象采取切实有效的流程和措施，已保证管控的有效性。	a) 建设有符合仓储管理相对应的信息化管理系统，实现出入库、库存盘点和安全库存管控等线上化，实现台账的实时更新和统计，实现货物库位分配、出入库和移库等管理。 b) 建设有能够实现物流管理的信息化系统，实现仓储管理的线上化，物料进出、中转的线上呈现，并对物流信息的线上跟踪和统一管理。通过运输管理系统辅助物料的配送，实现订单、运输计划、调度的综合管理。 c) 应有符合应急管理的信息化手段和措施，提升应急的有效性、实时性和规范性，实现对仓储、物流信息以及重点区域的信息化管理。 d) 基于系统的应用，实现仓储物流的管理与生产经营的匹配，实现关键信息点的及时、有效反馈。 e) 应建立具有一定自动化应	a) 应引入自动化设备及设施（如无人行车、AGV 智能小车、自动打包机、分拣机器人等），实现与仓储系统、物流系统的有效对接，提升出入库管理、内外物流流转效率。 b) 应基于仓储系统、物流系统与制造执行系统的集成，根据实际生产计划实现生产原料、过程物料及渣料的出入库实时自动管理。 c) 应通过高效的配送设备转运设备，结合物流系统，实现备品、备件及辅材料配送计划下达、实施及反馈的管理全过程。 d) 应实现系统间的信息有效贯通，对涉及物流、仓储、配送、应急等关键控制点的高效反馈，确保业务流程的闭环管理。 e) 应将仓储物流的应急管理与安全监测防护、消防系统进行信息化集成，实现数据	a) 应在实现仓储、物流信息化管理的基础上，建立统一的数据管理平台，对各系统的数据进行汇聚、清洗、治理、加工和利用，形成符合企业自身需求的数据标准及数据管理体系。 b) 应基于业务的开展和管理的需求，结合数据的应用，搭建响应的穿透式管理场景，实现业务的全流程管理和重点信息追踪。 c) 应利用人工智能等先进技术实现出入库、库存管理、盘点、物料定位等流程的数字化和智能化。 d) 应通过数字化仓储设备、配送设备与信息系统集成，根据实际生产状态实时驱动物料配送，实现仓储和配送可视化以及生产计划的动态模拟拣货需求。 e) 应通过数据的治理和应用，引入算法模型，根据仓库实时状态数据进行趋势预	a) 应利用大数据和云计算技术实现与生产计划和作业、供应链的集成优化，实现最优库存或即时供货。 b) 应运用先进信息技术，将进出厂预报、厂内运输车辆调度及线路规划、车辆轨迹跟踪、装卸货监控、进出厂门禁管理等各环节互联互通，宜建立基于历史数据，并结合 AI 模型应用，构建最优流程方案，实现厂区智慧物流。 c) 应基于合理规划仓储、厂区布局，核心分拣算法和智能物流算法优化，满足个性化、柔性化生产实时配送需求，实现多个场景的自动化无人配送。 d) 应实现仓库重点防控区域的自动优化控制、警情预测与分析决策、应急自治处理与综合治理等。

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
			用的业务应用场景（如：扫码式出管理、重点防控区域的实时监控及态势感知、高危作业点的智能装备应用等）。	共享和系统应急联动处理。	测，辅助制定纠正和预防措施。 f) 应基于模型优化引擎，实现装载能力与配送运输线路优化管理，同时对配送运输全过程信息进行跟踪，对轨迹异常进行报警并及时提醒。	
数 字 化 生 产	安全管理	a) 建有完善的安全生产管理机制，明确责任分工、操作规范、审批流程。 b) 满足行业安全监管基本要求，建有必要的安全监管系统。	a) 实现重点场所关键场景的数据实时采集、状态实时监测、风险及时感知。 b) 建立线上安全审批流程，提高安全审批效率，构建标准化、可追溯的线上审批体系，通过信息系统实现隐患整改、作业许可等部分审批流程线上流转。 c) 构建应急指挥数字化平台，整合地理信息、人员定位、重点设备的运行数据，实现对风险的评估与分级管控，提升事故的快速响应能力。	a) 搭建企业级安全生产管控体系，实现安全风险分级管控，将安全管理与业务系统有机融合，实现隐患排查、整改、验收的闭环管理。 b) 能够向第三方平台共享安全管理数据，确保上级管理单位随时掌握安全动态。 c) 打通加工全流程安全数据链，实现设备运行、环境参数、人员行为、生产管理等的跨业务系统集成。	a) 应建立安全风险智能预警模型，量化安全态势、提供风险趋势。 b) 实现风险预测与预案动态优化，自主生成安全培训知识库。 c) 实现安全生产智能辅助决策，具备多源数据统计分析能力，通过多源数据融合自动生成风险处置方案，实现数据驱动的安全决策辅助支持，并支持基于模型的持续优化及联动，推动安全管理从“事后处置”向“事前预防”转型。	a) 应形成加工全领域安全等级预警及人员、装备、环境、作业管理等有机联动。 b) 应基于 AI 智能、知识库、模型等实现智能决策，形成全面覆盖的安全管理业务及决策知识库，并进行动态维护。 c) 与上下游业务共享安全数据（如关键物料运输轨迹、供应链设备健康状态、工控安全状态等），建立跨组织的风险联防联控机制；并推进行业级安全生产生态，实现采选企业、监管部门、应急救援机构等的生态协同与数据可信共享。 d) 实现安全管理策略的自动迭代，动态调整监测阈值和管控规则，衍生新型安全服务模式。
	环保管理	a) 企业生产过程需遵守国家 and 地方相关环保方面标准规	a) 应建立环境监测、环保处理设施系统，实现自动化运	a) 应实现环保数据的全面采集，实时监控及报警，并开	a) 应建立环保应急物资管理和采购供应储存保障体系；	a) 应用智能模型，预测生产排放并自动提供生产优化建

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
		<p>范、政策的要求。</p> <p>b) 应建立符合要求的环保设施、设备；对于废弃物、废水、废气、气味的处理和排放应符合国家法律法规和规范的要求。</p> <p>c) 应定期检查环保设施、设备，定期维护保养，避免失效、损坏、故障、过期等。</p>	<p>行和监控，实现达标排放。</p> <p>b) 应采用信息技术手段进行环保管理，环保数据可采集并记录。</p> <p>c) 应采用信息技术手段实现环保工作管理的标准化、流程化，实现常态化的设备巡检、维保，保障系统正常运行。</p> <p>d) 应通过信息技术手段实现对环保系统维护保养的预警，形成预防性的维护计划。</p>	<p>展可视化分析。覆盖从清洁生产到末端治理的全过程。</p> <p>b) 应实现环保监测数据和生产作业数据的集成应用，建立数据分析模型，开展排放分析及预测预警。</p>	<p>应具备主动型的环保与安全协同处理数字化指挥与响应能力。</p> <p>b) 应实现对重点污染物和特征污染物的实时监测和污染源头的自动追溯。</p>	<p>议并自主执行。</p> <p>b) 应利用人工智能模型预测突发环保事件，模拟污染扩散路径，并自动执行应急预案。</p>
	能源管理	<p>a) 应建立能源管理制度，对天然气、煤制气、蒸汽、油、电等主要能源数据进行采集和计量。</p> <p>b) 开展熔铸、加热、轧制、挤压、热处理等主要能源消耗工序的数据采集和计量。</p> <p>c) 有色金属加工材单位产品能源消耗应满足相关限额要求。</p>	<p>a) 应通过数字化手段实现天然气、煤制气、蒸汽、油、电等重点能源消耗的动态监控和计量。</p> <p>b) 应实现能源计量接入工控系统，实现对所有耗能设备（空压机、熔保炉、加热炉、退火炉、轧制、挤压、锯切机等）的耗能监测。</p>	<p>a) 应建立全厂能源监控网络，对能源输送、存储、转化、适用等进行各环节全面监控，具备动态监控能耗分布和异常波动分析能力，实现能源调度和能源适用与生产活动匹配。</p> <p>b) 应实现高耗能设备能耗数据实时统计与分析，制定合理的能耗评价指标。</p> <p>c) 应实现能耗数据与其他系统数据共享。</p> <p>d) 应对有节能优化需求的设备开展实时计量，并基于计量结果进行节能改造。</p>	<p>a) 应建立产品生产全生命周期分工序、分设备的单位产品能效基准，通过大数据技术实现单位产品实际能耗比较与分析，实时生成工序级、产品级能源足迹、碳足迹。</p> <p>b) 应建立能源优化模型，建立能耗动态优化控制策略，自动提供优化策略和优化方案。</p> <p>c) 应建立设备能效评估系统，实现自动化能效评估，并根据能效评估结果，为高耗能设备进行技术改造和更新自动提供决策建议；</p>	<p>a) 应利用人工智能和机器学习技术，对生产过程中的能源使用进行智能调度和优化，自主结合能源消耗动态调整生产计划、自动调节设备运行参数。</p> <p>b) 应利用人工智能手段自动识别低效工艺环节和设备，动态调整工艺参数和设备运行状态，提供工艺和设备更新、改进方案。</p>
	生产协同	a) 企业应建立订单池、原辅	a) 应建立服务于各生产业务	a) 应建立围绕核心价值链的	a) 应建立生产协同核心场景	a) 应建立金融期货、原辅料、

序号	评估指标	一级	二级	三级	四级	五级
		<p>料、产线负荷、产品设计、工艺研发、质量管控、仓储等环节的可量化数据与数据共享。</p> <p>b) 企业应按核心价值链建立完善的生产管理体系，如产销协同、产供协同、质量协同、设备协同、资源协同等机制。</p> <p>c) 应梳理并建立各业务单元与生产的标准流程与关联信息。</p> <p>d) 应建立各协同机制的标准工作流程、保障机制与应急预案。</p> <p>e) 应建立服务于生产协同的组织或系列岗位。</p>	<p>模块的信息化系统，如 ERP、MES、WMS 等。</p> <p>b) 各生产业务的信息系统应具备清晰的职能界面，并明确各业务模块的数据接口。</p> <p>c) 应建立服务于生产协同的闭环管理的信息化系统。</p> <p>d) 应建立基于产线负荷、质量检测、工艺监控等方面的信息化系统。</p> <p>e) 应建立能源、安全、环保等公辅设施类的信息化系统。</p>	<p>生产协同平台。</p> <p>b) 应建立跨系统的生产协同业务流平台，满足以订单拉动生产，以交期拉动排产，以质量拉动工艺研发，以成本拉动资源管理等。</p> <p>c) 应建立上下游产业链的信息化系统，满足外部生产协同信息共享。</p> <p>d) 应实现跨工序、跨车间的场景化协同控制，如原料配方、工艺换型、质量标准等动态响应。</p> <p>e) 应建立企业级的集工业设备互联、能源、安环等数据互通的综合性数据平台。</p>	<p>的智能化应用，如部署基于 AI 模型的智能排产，集成销售、设备状态、物料供应等。</p> <p>b) 应建立各工序的工艺知识图谱、生产专家智库、成本精细化等知识模型，满足基于数据模型的生产协同开展。</p> <p>c) 生产环节应建立跨工序的动态生产调度，如熔炼、热轧、冷轧、拉伸等。</p> <p>d) 应建立基于设备全生命周期的设备集群协同能力，满足设备集群管理和能力协作。</p> <p>e) 应构建排产、能效、工艺参数等联动优化模型。</p>	<p>产品交期等供应链层的一体化协同。</p> <p>b) 应建立基于 LTC（商机到回款）、OTD（接单到交付）的跨部门跨价值链的生产协同。</p> <p>c) 应建立基于多模态 AI 模型的生产协同驾驶舱，满足销售、研发、生产、物流等价值链的动态协调。</p> <p>d) 应建立并重构以生产协同为主线的业务流程，形成高度自治的生态化生产协同。</p> <p>e) 应构建全价值链协同生态。</p>

8 评估方法

8.1 基本原则

- 8.1.1 实证性：评估内容应基于实际业务数据和成效，确保评估结果的客观性和准确性。
- 8.1.2 动态性：评估模型和标准应考虑数字化转型的动态变化。
- 8.1.3 实用性：评估和改进措施建议应具有可操作性，能够为企业的数字化转型提供明确的指导。
- 8.1.4 全面性：评估应全面覆盖行业企业数字化发展的各个方面。
- 8.1.5 关联性：评估过程中应关注行业企业的全要素、全流程、全环节之间的关联协同程度。
- 8.1.6 可持续性：改进措施建议应关注数字化转型在商业、社会等方面的可持续价值。
- 8.1.7 导向性：评估的对象及指标体系应符合未来产业发展方向与宏观政策导向。

8.2 基本规定

8.2.1 受评估方

受评估的有色金属企业应遵守有关法律、法规、政策和标准；企业应对数字化转型项目的真实性负责；企业应有开展数字化转型项目建设的中长期规划及年度目标和实施方案等；企业在接受评估时，应如实提供项目相关资料、数据及实物；企业在参评当年和上一自然年度不应发生重大及以上生产安全事故，不应发生重大及以上突发环境事件。

8.2.2 评估方

评估方应以事实为依据，确保评估活动的公平公正性，不应与受评估企业存在设计、生产、销售等方面的利益关系；评估方应对评估结果的真实性负责，对于存在疑问的内容，有责任进行解释澄清；评估方不应泄露受评估企业的商业机密或相关信息。

8.3 评估内容

评估组应基于第6章和第7章的相关要求，根据受评估方业务活动特点对数字化转型能力域和能力子域进行裁剪，形成评估域。

8.4 评估流程

有色金属行业企业数字化转型成熟度评估流程包括企业申请、评估准备、评估诊断、结果发布与应用等环节，如图2所示。有色金属行业企业可依据本文件开展自评估，并依据评估结果制定“一企一策”改进提升方案。

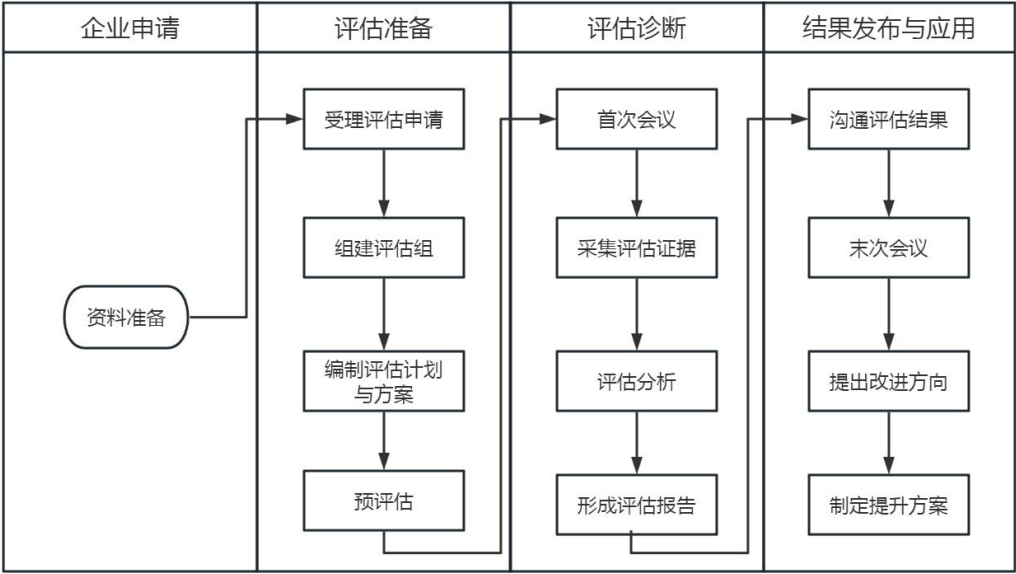


图 2 有色金属行业企业数字化转型成熟度评估流程

8.5 企业申请

有色金属企业应选择与自身业务活动相匹配的评分要求，按照基础共性和行业特性指标成熟度要求采集相关信息，并形成证明材料后提交评估申请。

8.6 评估准备

8.6.1 受理评估申请

评估方应对受评估方所提交的申请材料进行评审，确认受评估方所从事的活动符合相关法律法规规定，及已实施的数字化转型相关活动，并根据受评估方所申请的评估范围、申请评估等级及其他影响评估活动的因素，综合确定是否受理评估申请。

8.6.2 组建评估组

评估方应组织经过培训、具备评估能力和评估资质的评估组（包含一名组长和多名组员）实施现场评估活动，评估组应至少覆盖有色金属采选冶炼加工、信息化与数字化、安全、环保、经济、管理科学等多个学科专业，专家人数应为奇数。

评估组成员应遵守相应的评估要求，运用评估原则、评估程序和方法，按计划的时间进行评估；应将评估证据、评估分析过程、评估结果形成文件，并编制评估报告；应确认评估证据的充分性和适用性，以支持评估分析过程和评估结论。

评估组长履行评估组员职责的同时，还应负责编制评估计划及整个评估活动的实施方案；正式评估前应对评估组员进行评估方法的培训；应负责对实施评估结果做最后决定，向受评估方报告评估证据、评估分析过程、评估结果，评估活动结束后发布现场评估结论，提出改进方向。

8.6.3 编制评估计划与方案

评估分为现场预评估和正式评估诊断两个阶段，评估前应编制预评估、正式评估诊断计划与方案，并与受评估方确认。评估计划与方案至少包括评估目的、评估范围、评估任务、评估方法、评估时间、评估人员、评估日程安排等。

8.6.4 预评估

评估组应围绕受评估方的需求,了解受评估方数字化转型基本情况和可提供的直接或间接证据,结合本文件规定的评估指标体系,确定受评估方的评估域及权重,确定正式评估诊断的可行性。

8.7 评估诊断

8.7.1 首次会议

首次会议应说明评估目的、介绍评估方法、确定评估日程以及明确其他需要提前沟通的事项。会上应确认相关方对评估计划的安排达成一致,介绍评估人员,确保策划的评估活动可执行。

8.7.2 采集评估证据

评估组在评估过程中应采集并验证与评估内容有关的资料,包括与企业数字化转型建设或改造相关的过程文件、统计报表、原始记录等,采集的资料应予以记录。采集方式可包括人员座谈、实地调查、抽样调查、文件与评审记录、信息系统演示、数据采集查验等。

8.7.3 评估分析

应对照评估标准,将采集的证据与其满足程度进行对比分析。评估组依据每一项打分结果,结合各能力域权重值,计算企业得分,并最终判定成熟度等级。评估组应对成熟度等级达成一致意见,必要时进行组内评审。

8.7.4 形成评估报告

有色金属企业数字化转型成熟度评估活动应由评估组形成评估报告。评估报告包括但不限于有色金属企业数字化转型基本情况、企业成熟度总体评估、能力域成熟度分项评估、分析报告、优秀经验、短板不足、改进建议等。

改进建议应依据评估结果,结合企业的规模、细分行业特性以及发展阶段,从企业整体维度和企业生产、管理等特定场景维度两个层面制定“一企一策”的综合改进建议,便于企业制定改进策略和提升方案。

8.8 结果发布与应用

8.8.1 沟通评估结果

在完成现场评估诊断活动后,评估组应将评估结果与受评估方代表进行通报,给予受评估方再次论证的机会,并由评估组确定最终结果。

8.8.2 末次会议

末次会议上发布最终评估结论。会议内容至少应包括评估总结、评估结果、优秀经验、短板不足、改进建议等相关内容。

8.8.3 提出改进方向

受评估方应基于现场评估结果和评估组改进建议,提出数字化转型改进方向。

8.8.4 制定提升方案

受评估方应围绕改进方向,制定“一企一策”改进提升方案,开展行业企业数字化转型改造与提升活动。

9 成熟度等级判定

9.1 计算方法

评估组织依据评分标准并根据有色金属企业数字化转型成熟度实际情况，计算分项指标得分。每项指标等级划分由低到高分为一~五级共 5 个等级，指标得分按照每个等级的成熟度满足程度累积得分，最高不超过 5 分。每个等级成熟度要求满足程度与得分表见表 10。

表10 成熟度要求满足程度与得分对应表

成熟度要求满足程度	得分
全部满足	1
大部分满足	0.8
部分满足	0.5
不满足	0

有色金属企业数字化转型成熟度等级得分为该等级下能力域得分的累加求和，按公式（1）计算。

$$A = \sum (B_i \cdot \alpha) \dots\dots\dots(1)$$

式中：
A——有色金属企业数字化转型成熟度等级得分；
B_i——能力域指定成熟度等级i的得分，i可为1，2，3，4，5；
α——能力域权重。

能力域指定成熟度等级得分为该域下能力子域指定成熟度等级得分的加权求和，能力域得分按公式（2）计算。

$$B = \sum (C \cdot \beta) \dots\dots\dots(2)$$

式中：
B——能力域指定成熟度等级得分；
C——能力子域指定成熟度等级得分；
β——能力子域权重。

能力子域成熟度等级得分为该子域指定成熟度等级下每条要求得分的算术平均值，能力子域得分按公式（3）计算。

$$C = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \dots\dots\dots(3)$$

式中：
C——能力子域指定成熟度等级得分；
X_i——能力子域指定成熟度等级每条要求得分；
n——能力子域指定成熟度等级要求的个数。

当存在综合型企业同时包含有采选、冶炼、加工两种及以上类型时，应按照采选、冶炼、加工企业各自产值占比综合型企业总产值来分配不同类型企业权重，并通过迭代计算得到综合型企业成熟度等级得分，具体计算方式及计算类型见附录A。受评估的有色金属企业应对企业产值数据的真实性负责。

9.2 成熟度等级判定方法

当评估对象在某一成熟度等级下的得分超过评分区间的最低分视为满足该成熟度等级要求，否则视为不满足。在计算数字化转型成熟度总分时，已满足的成熟度等级得分取值为1，不满足的成熟度等级得分取值为该成熟度等级的实际得分。有色金属企业数字化转型成熟度总分S，为各成熟度等级评分结果的累计求和。评估等级自低向高分为一、二、三、四、五，根据表11给出的分数，可判断企业当前所处的成熟度等级。

表11 评估结论

评估结论	得分区间
一级	0.8≤S<1.8
二级	1.8≤S<2.8

评估结论	得分区间
三级	$2.8 \leq S < 3.8$
四级	$3.8 \leq S < 4.8$
五级	$4.8 \leq S \leq 5$

附录 A

(规范性)

综合型企业数字化转型成熟度等级得分计算方法

有色金属综合型企业数字化转型成熟度等级得分计算方法见表A.1。

表A.1综合型企业采选、冶炼、加工企业各自得分表及权重

企业类型覆盖情况	数量	得分	企业类型总权重
采选企业 (CX)	M	$A_1 \dots A_M$	α
冶炼企业 (YL)	N	$A_1 \dots A_N$	β
加工企业 (JG)	Y	$A_1 \dots A_Y$	γ

企业类型总权重由不同类型企业产值占比综合型企业总产值来计算,受评估的有色金属企业应对企业产值数据的真实性负责。有色金属综合型企业数字化转型成熟度等级得分 A_{SUM} ,按以下步骤计算:

a) 分别按公式 (A.1)、公式 (A.2)、公式 (A.3) 计算采选、冶炼、加工企业的加权得分:

$$CX_{AVG} = \alpha \times Avg \sum_{i=1}^M A_i \dots\dots\dots (A.1)$$

$$YL_{AVG} = \beta \times Avg \sum_{i=1}^N A_i \dots\dots\dots (A.2)$$

$$JG_{AVG} = \gamma \times Avg \sum_{i=1}^Y A_i \dots\dots\dots (A.3)$$

式中:

—— α 、 β 、 γ 为企业类型总权重。

b) 按公式 (A.4) 计算有色金属综合型企业数字化转型成熟度等级得分 A_{SUM} :

$$A_{SUM} = CX_{AVG} + YL_{AVG} + JG_{AVG} \dots\dots\dots (A.4)$$

注:当不同类型企业的成熟度等级得分统计结果符合正态分布或者近似正态分布时候,可采用平均值Avg来计算。若符合偏态分布或者包含真实极端值时,建议不采用平均值来计算,需要结合统计特征采用中位数和中位数绝对偏差(MAD)或者数据变换(对数变换)来计算。

参 考 文 献

- [1]GB/T 22239-2019 信息安全技术网络安全等级保护基本要求
 - [2]GB/T 36073-2018 数据管理能力成熟度评估模型
 - [3]GB/T 39116-2020 智能制造能力成熟度模型
 - [4]GB/T 39117-2020 智能制造能力成熟度评估方法
 - [5]GB/T 39173-2020 智能制造安全监测有效性评估方法
 - [6]TAIITRE 10004—2023 数字化转型成熟度模型
 - [7]GB/T 41255-2022 智能工厂通用技术要求
 - [8]GB/T 39474-2020 基于云制造的智能工厂架构要求
 - [9]国家智能制造标准体系建设指南（2021 版）（工信部联科〔2021〕187 号）
 - [10]有色金属行业智能制造标准体系建设指南（2023 版）（工信厅科函〔2023〕37 号）
 - [11]原材料工业数字化转型工作方案（2024—2026 年）（工信部联原〔2023〕270 号）
 - [12]有色金属行业智能加工工厂建设指南（试行）（中华人民共和国工业和信息化部国家发展改革委自然资源部公告 2020 年第 19 号）
 - [13]有色金属行业智能冶炼工厂建设指南（试行）（中华人民共和国工业和信息化部国家发展改革委自然资源部公告 2020 年第 19 号）
 - [14]有色金属行业智能矿山建设指南（试行）（中华人民共和国工业和信息化部国家发展改革委自然资源部公告 2020 年第 19 号）
-