|  |
| --- |
| ICS 77.120  CCS H60 |

YS

中华人民共和国有色金属行业标准

XX/T XXXXX—XXXX

|  |
| --- |
|  |

有色金属行业 数字化转型成熟度模型及评估方法

Maturity model and evaluation method of digital transformation for nonferrous metal industry

点击此处添加与国际标准一致性程度的标识

|  |
| --- |
|  |
|  |

XXXX - XX - XX发布

XXXX - XX - XX实施

中华人民共和国工业和信息化部   发布

目  次

[目  次 I](#_Toc28797)

[前  言 II](#_Toc139)

[有色金属行业 数字化转型成熟度模型及评估方法 1](#_Toc29397)

[1 范围 1](#_Toc12553)

[2 规范性引用文件 1](#_Toc485)

[3 术语与定义 1](#_Toc19674)

[4 评估组织和流程 1](#_Toc21388)

[5 评估内容 3](#_Toc26675)

[6 成熟度等级评估结论 1](#_Toc20920)

[附 录 A 不同成熟度等级能力子域基础共性指标评分标准 1](#_Toc31149)

[附 录 B 不同成熟度等级能力子域行业特色指标评分标准 8](#_Toc887)

[表B.1 采选企业评分标准 8](#_Toc5003)

[表B.2 冶炼企业评分标准 23](#_Toc935)

[表B.3 加工企业评分标准 42](#_Toc6202)

[参 考 文 献 2](#_Toc6655)

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/TC 243）提出并归口。

本文件主要起草单位：中国工业互联网研究院、中国铝业集团有限公司、云南铜业股份有限公司、云南驰宏锌锗股份有限公司、新疆众和股份有限公司、中国恩菲工程技术有限公司、株洲冶炼集团股份有限公司、铜陵有色金属集团控股有限公司、广东龙丰精密铜管有限公司等。

本文件主要起草人：

有色金属行业 数字化转型成熟度模型及评估方法

1. 范围

本文件规定了有色金属行业数字化转型成熟度评估的基本原则、评估指标体系、评估方法和评估程序等。

本文件适用于有色金属行业采选、冶炼、加工企业数字化转型成熟度评估。

1. 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，注明日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注明日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 43439-2023 信息技术服务 数字化转型成熟度模型与评估

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 22239-2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

TAIITRE 10004—2023 数字化转型 成熟度模型

1. 术语与定义

GB/T 43439和GB/T 23011界定的术语和定义适用于本文件。

* 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 信息技术服务 数字化转型 成熟度模型与评估，3.1]

* 1. 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 信息技术服务 数字化转型 成熟度模型与评估，3.2]

* 1. 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 信息技术服务 数字化转型 成熟度模型与评估，3.3]

* 1. 评估域 assessment domain

用于开展数字化转型成熟度评估的能力域或能力子域集合。

[来源：GB/T 43439-2023 信息技术服务 数字化转型 成熟度模型与评估，3.5]

1. 评估组织和流程
   1. 基本原则

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。

动态性：评估模型和标准应考虑数字化转型的动态变化。

实用性：评估和改进措施建议应具有实际操作性，能够为企业的数字化转型提供明确的指导。

全面性：评估应全面覆盖行业企业数字化发展的各个方面。

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。

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。

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。

* 1. 基本规定

4.2.1受评估方

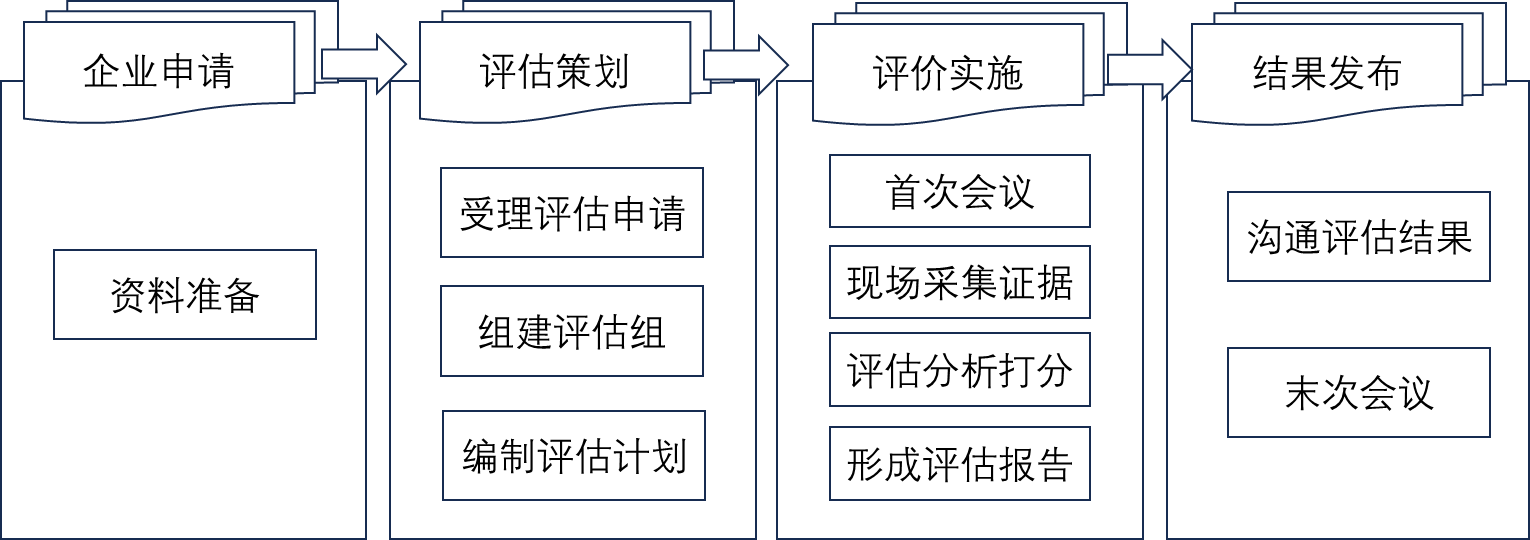
受评估的有色金属企业应遵守有关法律、法规、政策和标准；企业应对数字化转型项目的真实性负责；企业有开展数字化转型项目建设的中长期规划及年度目标和实施方案等；企业在接受评估时，如实提供项目相关资料、数据及实物；企业在参评当年和上一年度未发生重大及以上生产安全事故，未发生重大及以上突发环境事件。

4.2.2评估方

整个评估过程评估方应以事实为依据，确保评估活动的公平公正性，不能与受评估企业存在咨询、设计、生产、销售等方面的利益关系；评估方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；评估方不得泄露受评估企业的商业机密或相关信息。

* 1. 评估流程

有色金属企业数字化转型成熟度评估流程包括企业申请、评估策划、评价实施、结果发布、制定“一企一策”改进提升方案等环节，如图1所示。



1. 有色金属行业数字化转型成熟度评估流程
   1. 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标准，按照附录A及附录B有色金属企业数字化转型成熟度评分标准的要求采集相关信息，并形成证明材料后提交评估申请。

* 1. 评估策划

4.5.1受理评估申请

评估方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,实施了智能工厂相关活动，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。

4.5.2组建评估组

评估方应组织经过培训、具备评估能力的评估组（包含一名组长和多名组员）实施现场评估活动，评估组应覆盖有色金属、信息化、安全、环保、计算机科学、管理科学等多个学科专业，专家人数应为奇数，且不少于7人。

评估组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；应将评估发现形成文件,并编制适宜的评估报告；应确认评估证据的充分性和适宜性,以支持评估发现和评估结论。

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；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结果，评估活动结束时发布现场评估结论。

4.5.3编制评估计划

评估分为现场预评估和正式评估两个阶段，评估前应编制预评估计划和正式评估计划，并与受评估方确认。评估计划至少包括评估目的、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。

* 1. 评估实施

4.6.1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。

4.6.2现场采集证据

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，包括与智能工厂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。

4.6.3评估分析打分

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。评估组应对达成一致意见，必要时进行组内评审。

4.6.4形成评估报告与评估结果应用

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成熟度的基本情况、总体评估、分析报告、优秀经验、短板不足、改造建议等。

改造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”的综合改进策略和提升方案。

* 1. 结果发布

4.7.1沟通评估结果

在完成现场评估活动后,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。

4.7.2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、短板不足等相关内容。

1. 评估内容
   1. 评估指标体系

有色金属行业数字化转型成熟度评估指标体系设计参照《信息技术服务 数字化转型成熟度模型与评估》（GB/T 43439-2023），同时注重行业企业智改数转的广度和深度，兼顾行业通用性和细分行业专业性。根据指标特征划分为基础共性指标、行业特性指标。

其中基础共性、行业特性能力子域合计权重分别为30%、70%，对应关系如表1所示。基础共性指标具体评估要求参照附录A，采选、冶炼、加工行业特性指标需在附录B中参考匹配的各行业。

表1 评估指标关系对照表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 数字化转型成熟度模型 | | 本标准 | 指标权重 |
| 能力域 | 能力子域 | 指标类型 |
| 组织 | 组织建设 | 基础共性 | 2% |
| 转型战略 | 2% |
| 流程管理 | 2% |
| 变革管理 | 2% |
| 技术 | 研发管理 | 行业特性 | 2% |
| 技术创新 | 3% |
| 信息安全 | 基础共性 | 3% |
| 数据 | 业务数据化 | 行业特性 | 2% |
| 数据管理 | 基础共性 | 1% |
| 数据资产 | 1% |
| 数据业务化 | 行业特性 | 2% |
| 资源 | 基础设施 | 基础共性 | 2% |
| 应用支撑资源 | 2% |
| 资金 | 1% |
| 知识 | 1% |
| 数字化运营 | 数字化营销 | 行业特性 | 5% |
| 数字化财务 | 基础共性 | 3% |
| 数字化供应链 | 行业特性 | 6% |
| 数字化生产 | 产品设计 | 行业特性 | 1% |
| 工艺设计 | 3% |
| 中试验证 | 4% |
| 计划调度 | 3% |
| 生产作业 | 8% |
| 质量管控 | 5% |
| 设备管理 | 5% |
| 仓储配送 | 4% |
| 安全生产 | 2% |
| 环保管理 | 2% |
| 能源管理 | 2% |
| 生产协同 | 5% |
| 数字化服务 | 服务产品 | 行业特性 | 1% |
| 服务能力 | 2% |
| 服务交付 | 2% |
| 服务运行 | 1% |
| 数字化成效 | 产品质量 | 基础共性 | 2% |
| 生产效率 | 2% |
| 价值效益 | 2% |
| 服务质量 | 2% |

* 1. 计算方法

有色金属企业数字化转型成熟度评分由基础共性指标与行业特性指标构成。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S1-S5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如表2所示。

表2 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：

……………………………………………(1)

式中：

*S*：有色金属企业数字化转型成熟度等级得分；

：能力域指定成熟度等级i的得分，i=1..5；

α：能力域权重。

其中，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：

……………………………………………(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。

其中，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：

……………………………………………(3)

式中：

*C*：能力子域指定成熟度等级得分；

：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。

1. 成熟度等级评估结论

当评估对象在某一成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，反之，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规范级、场景级、领域级、平台级、生态级，根据表3给出的分数，可判断企业当前所处的成熟度等级。

表3 评估结论

| **评估结论** | **得分区间** | **层级说明** |
| --- | --- | --- |
| 一级 规范级 | 0.8≤S＜1.8 | 企业应具备数字化转型意识，开始对实施数字化转型的基础和条件进行规划，在运营、生产、服务等业务领域基于内外部需求开展数字化转型探索工作。目标是推进组织(企业)信息化，实现业务规范运行和管理、可管可控。 |
| 二级 场景级 | 1.8≤S＜2.8 | 企业应对数字化转型的组织、技术、数据和资源进行规划，完成局部业务场景的数据收集、整合与应用，初步具备基于数据的运行和优化能力。目标是打造数字场景，提升核心业务能力的柔性和业务长板的动态响应水平。 |
| 三级 领域级 | 2.8≤S＜3.8 | 企业应具备数字化总体规划并有序实施，完成关键业务的系统集成和数据交互，在运营、生产和服务领域实现基于数据的效率提升。目标是打造数字组织（企业），在更大范围、更深程度汇聚和协同开发利用社会资源。 |
| 四级 平台级 | 3.8≤S＜4.8 | 企业应将数据作为支撑运营、生产和服务关键领域业务能力提升优化的核心要素，构建算法和模型为业务的相关方提供数据智能体验。目标是打造平台组织（企业），在更大范围、更深程度汇聚和协同开发利用社会资源。 |
| 五级 生态级 | 4.8≤S≤5 | 企业应基于数据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，构建独特生态价值。目标是打造生态组织（企业），实现生态圈合作伙伴能力共建共创共享、共生和进化。 |

附 录 A 不同成熟度等级能力子域基础共性指标评分标准

| **能力域** | **能力子域** | **S1** | **S2** | **S3** | **S4** | **S5** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 组织 | 组织建设 | 1.在数字化转型相关职能建设方面，应在重点部门或领域，明确主要负责部门和人员的数字化转型职责，设立数字化转型领导小组；  2.在数字化转型相关人员和团队建设方面，应针对数字化转型需求，识别数字化转型所需要的人才，并配备必要的人员，包括但不限于信息技术人员、信息安全人员等；  3.在数字化转型意识培育方面，应积极培育主要人员的数字化意识，积极打造数字化转型相关的文化氛围；组织管理者应具备数字化转型意识，了解数字化转型的趋势和影响，积极推动数字化转型工作。 | 1.在数字化转型相关职能建设方面，在组织架构层面进行优化和调整，并设置数字化转型相关岗位，以支持数字化转型流程和跨部门协作；  2.在数字化转型相关人员和团队建设方面，应开展相关人才引进和数字化人才队伍培训教育工作；  3.在数字化转型相关管理和激励机制建设方面，应通过职责考核、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，确保数字化转型效果有效提升； | 1.在数字化转型相关职能建设方面，应在各管理与细分业务领域配置具备数字化转型职责的岗位，并将相关职责纳入岗位绩效考核；  2.在数字化转型相关人员和团队建设方面，应建立满足持续推进数字化转型的人员队伍、考核机制和培训体系等，在重大转型领域将数字化转型执行力纳入管理指标项；  3.在数字化转型相关管理和激励机制建设方面，应培育人员使用数据发现问题、分析问题、解决问题的能力，并确保人员能够正确认识数字化转型带来的各类生产活动变化；  4.在数字化转型合作与外部生态拓展方面，应识别数字化转型外部专家需求，逐步建立数字化转型专家库。 | 1.在数字化转型相关职能建设方面，应通过量化管理方式，管理相关岗位的任职资格及人才储备等；  2.在数字化转型相关人员和团队建设方面，.应有效识别信息技术及其服务创新人才、数字化转型治理与管理人才等需求并有意识地吸纳和培养相关人才；  3.在数字化转型相关管理和激励机制建设方面，应确保人员树立科学开发数字资源的观念与方法，并以数字化、软件化的方法，共享知识、技能和经验；  4.在数字化转型合作与外部生态拓展方面，应建立与客户、供应商、合作伙伴的数字化沟通和协作机制。 | 1. 在数字化转型组织能力建设方面，应通过对组织建设x数据进行分析判断，分析数字化转型存在的问题并做出调整优化。   2.在数字化转型相关职能建设方面，应结合数字化转型战略，建立岗位数字化评价优化机制，持续优化岗位数字化评价模型；应基于数字化转型优化调整战略，适时优化调整组织结构与岗位职能；  3.在数字化转型相关人员和团队建设方面，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；4.在数字化转型合作与外部生态拓展方面，应持续推进数字化转型生态文化建设，通过开放创新和合作伙伴关系，引入外部的数字化解决方案。  4.与发展。 |
| 转型战略 | 1.在业务战略方面，应考虑和制定数字化背景下的业务战略目标，确保业务战略与数字化趋势保持一致；   1. 在数字化转型战略规划方面，应明确数字化转型的重点和方向；结合组织的战略目标和业务需求，确定数字化转型的优先领域和总体规划； 2. 在数字化转型战略执行的管理能力方面，应建立数字化转型的领导机制，明确数字化转型的责任和权力 | 1.在数字化转型战略规划方面，应结合组织的战略目标和业务需求，落实完善数字化战略，包括目标、愿景、策略、路径、组织架构、关键指标等；  2.在技术、数据与人才战略方面，应制定相应的战略规划文件；  3.在风险管理与投资战略方面，应制定相应的战略规划文件；应建立数字化转型的风险管理机制和投资计划；  4.在数字化转型战略执行的管理能力方面，数字化转型主要负责人应具备数据洞察、数据分析等能力，能够深入了解业务需求和市场趋势，为数字化转型提供决策支持。 | 1.在数字化转型战略规划方面，应结合组织的战略目标和业务需求，制定细分业务领域的转型目标、策略、路径、关键指标等；  2.在技术、数据与人才战略方面，应制定细分业务领域相应的战略目标、实现路径、关键指标等；  3.在风险管理与投资战略方面，应制定细分业务领域相应的战略目标、实现路径、关键指标等；可识别和评估数字化转型过程中的技术、市场等风险，制定相应的风险应对措施；  4.在数字化转型战略执行的管理能力方面，应统筹数字化转型团队开展评估、指导、监督组织的数字化转型活动。 | 1.应基于数字化转型战略形成的具体实施路径及计划，采用数字化技术对计划执行进行监控；  2.应分别对数字化转型各方面成效评估评价，如业务、管理创新、技术、产品和服务等，为数字化转型提供反馈和改进依据；  3.应建立数字化转型的持续改进机制，不断优化数字化转型战略和实施路径。 | 1.应具备顶层战略规划设计拓展能力，形成对外输出的规划策略；  2.应具备利用数字化技术进行转型决策的能力；  3.应基于转型活动的历史数据，预测、模拟数字化转型的成果或效果，明确数字化转型需求。 |
| 流程管理 | 1.应具有局部业务流程的管理规范或规章制度，明确流程的目标、范围、职责和执行标准。  2.应确定业务流程的关键环节和控制点。  3.应建立流程宣贯活动的机制，确保流程的相关人员了解流程的内容和要求。 | 1.在流程诊断方面，应识别现有流程，分析其效率和效果，确定需要改进的环节；2.应使用信息技术手段管理流程制修订过程，包括流程的设计、发布、执行和监控等环节；；  3.在流程标准化方面，应制定统一的流程标准，确保流程在不同部门中执行的一致性；  4.在流程优化方面.应基于转型需求制定优化相关业务流程的策略。 | 1.在流程诊断方面，应使用信息技术手段跟踪各项流程并获取流程关键数据；  2.在流程自动化方面，应在流程标准化的基础上，利用技术将重复性高、耗时的任务进行自动化优化，减少人为错误，提高效率；  3.在流程优化方面，应开展关键流程效能和成效的评估分析，并建立流程优化的实施路径，根据评估分析结果制定优化方案并实施。 | 1.应建立流程数据库，使用数字化技术开展流程测试、发布和固化，并实现流程设计的快速迭代和流程模板的版本迭代管理，以适应外界变化；  2.应评估部门间的流程协同效果，找出流程间的冲突和矛盾，并采取措施进行协调和优化；  3.在流程协同方面，应促进不同部门之间的协作，实现流程协同。 | 1.应建立常见的流程设计评测模型，对流程设计成果进行模拟和评价；  2.应基于流程管理与各业务管理系统的集成，实现流程发布、执行、反馈的一体化管理；  3.应建立主要流程改进影响因素模型，结合流程全局图谱和历史数据等，预测流程改进面临的问题，基于知识库给出解决方案。 |
| 变革管理 | 1. 应建立面向数字化转型的变革管理领导机制。 2. 应制定变革管理的战略规划，明确变革管理的目标、路径和时间表。 | 1. 应准确识别数字化变革需求和变革过程中的关键利益相关者，制定数字化变革规划及行动计划，以此为依据开展数字化变革活动。 2. 应建立数字化变革的培训机制，提高员工的数字化技能和变革管理能力，为数字化变革提供人才支持。 | 1.应建立验证机制分析局部变革的有效性；  2.应识别变革风险，特别是局部变革带来的对组织整体业务的影响风险，制定应对措施或变通方案，并通过数字化技术监测风险及风险处置过程。 | 1.应建立体系化的变革驱动模式，形成涵盖管理层和执行层的变革机制；  2.应构建变革监测指标、方法与体系，实现动态监测和告警；  3.应建立组织级阶段性创新发展关键指标，并基于关键指标的变化和趋势状态等，驱动变革的进步优化。 | 1.应建立基于数据的变革驱动模式，主动识别数据要素，建立组织的可持续竞争力模型，在体系化变革机制中，基于模型数据自动识别变革需求，并基于知识库，形成建议方案或路径；  2.应基于变革前后的数据监测和数据模型，预测变革风险，并使用数字化技术实现各类预案的启动、发布和实施；  3.应基于数据分析模型，实现变革各项关键指标关联，精准识别变革优化的关键项和下一场变革的关键驱动因素指标。 |
| 技术 | 信息安全 | 1.应具备信息安全意识，明确数字化转型活动中的信息安全要求。  2.应制定信息安全政策或制度，确保信息安全工作的规范化和制度化。 | 1. 应将数字化转型过程中的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。 2. 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。 3. 应加强网络安全防护，采取防火墙、入侵检测、防病毒等安全措施，保障网络安全。 4. 应加强数据安全保护，采取数据加密、数据备份、数据恢复等安全措施。 | 1.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；  2.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。  3.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。  4.网络安全等级评估应通过第三方机构的验收和认定。 | 1.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；  2.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。 | 1.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；  2.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。 |
| 数据 | 数据管理 | 1.应响应数字化需求，获取相关业务数据并提供数据接口；  2.应在现有数据安全规范要求下使用数据。  3.应建立数据治理框架，确保数据的质量、安全和合规性。 | 1.应根据局部业务的数字化需求，定义数据管理制度和过程；  2.应对局部业务所涉及的数据管理过程定义标准、规范和指南。  3.应通过技术手段确保数据的唯一性、准确性、完整性、可用性。应具备数据的标准化能力，确保数据的一致性和规范性。 | 1.应建立组织内完备的数据管理体系，其要求应符合GB/T36073-2018中7.1.4c)、7.2.4c)和7.3.4c）的规定；  2.应建立数据管理平台，利用平台开展数据管理；  3.应定义各管理域的考核指标，并开展管理域的评估。  4.应具备业务数据的集成能力，实现数据的统一和规范整合。 | 1.应建立数据管理过程的考核评估模型；  2.应基于模型对管理过程开展量化绩效评估，对管理过程进行迭代优化；  3.应对各管理域的绩效指标进行统计分析。  4.应构建数据互通、互操作能力。 | 1.应引导生态伙伴参与构建数据管理过程体系，覆盖生态业务，并与其他相关流程有效配合；  2.应构建智能化的数据管理工具平台，支撑生态合作伙伴的融合数据管理。 |
| 数据资产 | 1.应响应数字化需求，识别相关数据资源并形成数据资产目录。 | 1.应明确局部业务的数据资产管理目标，建立数据资产管理制度和过程；  示例：如数据权属保护、数据属性定义、数据质量考核等。  2.应制定局部业务的数据资产管理实施方案，开展数据资产盘点，更新数据资产目录，形成数据资产成果；  3.应建立数据的授权使用机制，确保数据使用合法合规。 | 1.应建立数据资产管理组织和框架，发布数据资产管理策略，任命数据资产管理负责人；  2.应建立数据资产管理机制；  示例：如数据资产识别、确权、运营、交易、评估、审计和安全等环节的管理要求和流程。  3.应全面建立数据资产台账，定期开展数据资产盘点、应用效果评估和流通风险分析等工作。 | 1.应建立数据资产管理平台，实现数据资产互通及时响应服务、统计、分析等需求；  2.应建立数据资产联动的业务运营规则，实现数据资产持续增值；  3.应基于算法和模型实现数据资产的自动提供和价值度量，具备实时响应新需求的能力。 | 1.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；  示例；如业务贡献度、业务价值比重、经营质量和效率等。  2.应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生态，支撑生态可持续发展。 |
| 资源 | 基础设施 | 1. 现有信息技术基础设施应满足为数字化需求提供基础设施资源保障的要求。 2. 现有设备设施应具备数据采集、数字控制等相关功能。 | 1.应建立数字化转型基础设施资源管理机制，为数字化转型提供资源。  2.应建立支撑实现自动化数据采集和物物互联的基础设施。  3.设备设施和信息技术基础设施应在原基础上结合业务转型需求，做了一定程度的数字化升级改造，具备一定的实时感知能力  4.应加强基础设施的安全性和可靠性评估，采取必要的安全措施和备份策略。 | 1.应对数字化转型相关资源的采购、储备及调配形成有效规划及具体措施。  2.应结合新一代信息技术，建设新型基础设施，以实现数据的互联互通和安全可信传输，提升全要素互联效率。  示例：如国家工业互联网大数据中心行业分中心、可信空间、区块链、标识解析、新型工业网络、行业级工业互联网平台等 | 1. 应将基础设备资源集中统合管理，形成资源库，对基础设备进行统一调配。 2. 应实现各类基础设施的有效关联与互通 3. 应构建基础设施资源的   可伸缩、可拓展、可监控的动态管理机制 | 1.应构建面向业务服务管  理的基础设施资源支撑和灵活调配体系；  2.应建立基础设施的按需协同能力，实现基础设施可根据业务需求的变化而灵活配置与关联  3.应构建基础设施对外服务和赋能的能力。 |
| 应用支撑资源 | 1.应具备局部数字化转型信息系统建设所需的基本应用支撑资源。 | 1.应对数字化转型信息系统建设所需的应用支撑资源进行系统性规划。  2.应有基本的系统维护和管理流程，确保应用平台的正常运行。 | 1.应满足功能性、易用性、可靠性、可移植性、可维护性等要求。  2.应支持为组织应用和系统提供开发、运行和管理服务及基础能力和集成环境。 | 1.应提供从数据库访问到界面展现的全过程的封装，并提供高效研发所需的功能组件；  2.应支持多种类型数据库的访问，支持多种缓存以及多种展现方式，便于应用扩展；  3.应支持集群部署、分布式服务、横向扩展等。 | 1.应具备应用支撑资源的动态、敏捷、安全扩展能力；  2.应基于资源服务进行资源量化管理，建立资源应用和管理模型，并持续优化；  3.应建立应用支撑资源的上下游生态协同，引领应用支撑资源平台和服务发展。 |
| 资金 | 1.应安排专项资金计划支持数字化转型需求的实现。 | 1.应在局部业务中落实资金计划并设立数字化转型专项资金的管理措施。 | 1.应建立与行业特点、数字化水平等相匹配的数字化转型资金的投入预算及管控机制；  2.应建立资金保障管理制度，并持续优化和改进资金保障管理。 | 1.应对数字化转型资金进行统筹协调利用、优化调整、动态协同管理和量化精准核算，实现数字化转型资金自身数字化管理；  2.应持续识别的风险，制定应急储备资金方案。 | 1.应建立数字化转型生态建设相关的资金预算；  2.应针对生态环境相关数字化转型工作所需资金和保障机制，建立相对独立的管控与审计体系，创新资金使用和保障模式。 |
| 知识 | 1.应重视知识在数字化转型中的作用，具备知识获取意识。 | 1.应识别局部业务数字化转型所需的知识资源要素，建立知识管理体系。 | 1.应对数字化转型所需的知识资源进行管理，全面建立并维护数字化转型所需知识资源，构建数字化转型知识库。 | 1.应建立知识资源的规划模型，对组织数字化转型所需知识资源进行预期规划；  2.应建立知识资源的管理平台，对数字化转型的数据模型及其关系模型、路径模型等实现平台化管理，形成模型要素间的整合管理。 | 1.应支持企业内、行业内知识库的互联共享，实现知识创新；  2.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，创新和引领知识管理新模式，实现知识重组和再造。 |
| 数字化运营 | 数字化财务 | 1.应规范会计记账和资金管理，通过信息技术手段管理财务报表和开展财务分析；  2.应规范组织经营、生产活动与项目实施等的预算与决算机制，并使用信息技术手段管理各项收支。 | 1.应建立完善的财务管理体系，并通过信息系统实现财务管理、固定资产管理等；  2.应规范财务预算和投资管理，通过信息系统分析相关数据，满足各项预算与决算决策需求。 | 1.应使用信息系统实时采集各类金融账户数据，实施各项经费对账，及时提醒重大资金风险；  2.应在规范化预算决算机制基础上，建立财务和成本控制计划及其执行管理机制，实现产品与服务的成本性、精细化核算和全面预算管理；  3.应通过财务系统与数字化转型管理系统集成，实现转型项目实施、预算成本的一体化管理。 | 1.应通过财务系统与营销、生产与服务管理、项目管理等集成，实现合同、订单、费用、进度等的业务协同与一致性管理；  2.应开展全员经营意识、成本意识建设和相关培训，并建立经营分析与成本控制知识库。 | 1.应基于财务管理体系中形成的一致性财务业务协同数据，建立并应用管理数据模型，支撑营销、生产与交付等业务人员的敏捷经营决策，包括报价与策略、计划与进度、质量与回款等；  2.应挖掘预算与决算数据，建立经营监测、预测模型，支持支持业务领域预算与决算的动态监测、预测与优化；  3.应通过金融与资金成本融入业务发展模型中，实现业务单元财务精准管控与优化，以及产品与服务全成本精准核算与管控。 |
| 数字化成效 | 产品质量 | 应建立产品质量管理制度，明确质量标准和检验流程，确保产品符合相关标准。 | 应使用信息技术手段对产品质量进行实时监控和分析，及时发现质量问题并采取措施进行改进。 | 应建立全面的数字化质量管理体系，包括质量计划、质量控制、质量保证和质量改进等各个环节。 | 应通过质量管理平台对质量问题进行追溯和改进，找出问题的根源并采取措施进行预防。 | 应利用大数据和机器学习技术分析，实现质量预测和预防性维护，提前发现潜在的质量问题并采取措施进行解决。 |
| 生产效率 | 应利用传感器、物联网等技术，实现生产过程的实时监测和预警。 | 应建立生产计划和调度系统，合理安排生产任务和资源。通过实时监控和数据分析，及时调整生产计划。 | 应建立生产管理平台，实现生产计划、调度和监控的一体化管理。 | 应建立大数据分析平台，深入挖掘生产数据中的潜在价值。通过数据分析，发现生产过程中的问题和优化空间，为生产决策提供支持。 | 应基于大数据和人工智能技术，实现生产过程的自适应优化和智能决策，根据市场需求和生产情况自动调整生产计划和流程。 |
| 价值效益 | 应明确数字化转型的价值目标，如提高销售额、降低成本、提高客户满意度等。 | 应通过数字化手段优化业务流程，提高运营效率和管理水平，降低运营成本和风险。 | 应建立价值评估体系，对数字化转型的效果进行评估和量化，以便及时发现问题和改进机会。 | 应通过价值评估体系发现问题和改进机会，并持续优化数字化转型策略和计划。 | 应基于价值评估体系和数据驱动的决策机制，实现数字化转型的价值最大化、。 |
| 服务质量 | 应建立客户服务体系，明确服务标准和流程。 | 应使用信息技术手段提高客户服务效率和质量。 | 应通过数字化手段，实现客户信息的收集、分析和管理。 | 应建立客户关系体系对客户需求进行深入了解，提供个性化的服务和解决方案，提高客户满意度和忠诚度。 | 应基于客户关系体系和大数据分析，实现客户服务的精准化和智能化，提前预测客户需求并提供相应的服务和解决方案。 |

附 录 B 不同成熟度等级能力子域行业特色指标评分标准

表B.1 采选企业评分标准

| **序号** | **评估指标** | **S1** | **S2** | **S3** | **S4** | **S5** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 技术 | 技术创新（含研发管理） | 1.应具备通过采选作业数字化工具开展产品设计、研发管理的意识。 | 1.应根据用户需求，按照采选作业设计经验进行产品方案的设计规划；  2.应开始对计算机辅助产品设计进行前期规划；  3.应事先产品设计过程的全过程追溯；  4.应根据自身特点进行工艺路线规划。 | 1.应制定采选作业工艺流程的相关规范；  2.应建立采选作业数字化研发治理与管理体系。 | 1.应具备采选作业专用系统，可以对产品设计文档、数据、流程、版本等进行统一管理及审批，确保产品设计中数据的唯一性和准确性。 | 1.应具备对接外部工程设计单位、工艺包提供商等生态链的能力；  2.应具备基于企业能力对产业变革和发展响应和决策的能力；  3.具备面向生态链评估工艺先进性的能力。 |
| 数据 | 业务数据化 | 1.应建设采选作业物联网平台，提供设备数据直接接入、边缘网关接入、第三方系统接入等接入方式，并能通过工业传输协议、网络传输协议等获取感知设备数据。 | 1.应使用智能传感器和仪器仪表、检验检测装备等且实现数据自动采集上传的装置装备占比企业的设备装置数量不低于70%；  2.应在重点环节使用智能传感、仪器仪表等装置装备和检测监控设备，能够实现数据的自动采集上传；  3.应通过统一的方式实时监测上述设备装置的运行状态和实时告警。 | 1.应使用智能传感器和仪器仪表、检验检测装备等且实现数据自动采集上传的装置装备占比企业的设备装置数量不低于85%；  2.应通过统一的数据访问方式检索、读取上述设备装置的感知数据；  3.应为上层应用提供统一格式的、控制上述设备装置的服务。 | 1.应使用智能传感器和仪器仪表、检验检测装备等且实现基于定制规则的数据自动采集上传的装置装备占比企业的设备装置数量不低于95%。  2.应建立企业级的统一数据中心；  3.应建立常用数据分析模型库，支持业务人员快速进行数据分析；  4.应采用大数据技术,应用各类型算法模型，预测生产环节状态，为生产活动提供优化建议和决策支持。 | 1.设备的动态、静态属性等应完成标识注册，可通过标识解析进行查询；  2.应将采集汇聚数据得到分析挖掘进行数字建模，在设计、生产、管理、服务等环节中有成熟的智能化应用；  3.应对数据分析模型实时优化,实现基于模型的精准执行。 |
| 数据业务化 | 1.能够根据经验开展数据分析。 | 1.应基于信息系统数据和人工经验开展数据分析，满足特定范围的数据使用需求；  2.应实现数据及分析结果在部门内在线共享。 | 1.应建立统一的数据编码、数据交换格式和规则等，整合数据资源，支持跨部门的业务协调；  2.应实现重点环节数据及分析结果的跨部门在线共享。 | 1.应建立常用数据分析模型库，支持业务人员快速进行数据分析；  2.应采用大数据技术,应用各类型算法模型，预测制造环节状态，为制造活动提供优化建议和决策支持。 | 1.应将采集汇聚数据得到分析挖掘进行数字建模，在设计、生产、管理、服务等环节中有成熟的智能化应用；  2.应对数据分析模型实时优化,实现基于模型的精准执行。 |
| 数字化运营 | 数字化营销 | 1.应基于市场信息和销售历史数据，通过人工方式进行市场预测，制定销售计划；  2. 应对销售订单、合同、客户等信息进行统计和管理。 | 1.应通过信息系统编制销售计划，实现销售订单、历史数据的管理，实现分销商、客户信息的管理；  2.应通过系统进行销售数据的统计分析；  3.应建立线上销售系统，实现从产品、价格、订单、资金、支付、发货的全流程线上管理；  4.应通过客户关系管理系统（CRM）实现商机、线索、客户、订单的线上管理。 | 1.应利用信息集成平台技术，实现销售与生产、仓储、物流等各业务集成和数据互通，进行订单全流程的状态跟踪分析，从订单的下发到各个业务节点的知会、处理情况及订单的完成情况，全流程实时跟踪分析；  2.应通过大数据对客户、渠道商等进行多维度分析，包括订单量、利润贡献、资金流水等。 | 1.应通过人工智能技术手段实现市场区域价格需求预测，拉动销售、生产、采购和物流业务，线上下单，自动结算，账款自动清分等；  2.应通过大数据，对市场行情、气象走势、生产成本等，建立价格管控机制，包括定价策略、价格预测、价格波动、价格控制等；  3.应通过客户关系管理系统（CRM）开展下游冶炼厂、加工企业等分级分类评价，客户画像绘制等工作。 | 1.应具备动态获取用户地块、1.应根据客户需求变化情况，动态调整设计、采购、生产、物流等方案；  2.应根据产品市场价格变化情况、客户需求变化情况，动态调整设计、采购、生产、物流等方案，实性效益最大化。 |
| 数字化供应链 | 1.应根据物料、物资需求和库存信息制定采购计划；  2.应实现对采购订单，采购合同和供应商等信息的管理；  3.应建立合格供应商机制，并有效执行；  4.应将供应商遴选机制，采购计划文档进行规划化设计。 | 1.应通过信息系统汇总各单位的物资与物料需求计划。采购单位根据需求计划生成采购计划，并对采购计划执行情况进行跟踪；  2.应通过信息系统实现供应商的寻源、准入、评价、淘汰全生命周期管理。 | 1. 应将采购管理系统与ERP、工程项目管理、WMS等系统打通，实现物资需求、仓库库存、采购计划的自动对接；  2. 应具备通过BI等分析软件进行供应商资质、价格、质量、到货率、技术实力等的全面分析，为供应商遴选提供数据支持。 | 1.应将采购管理系统与供应端系统打通，实现供应计划的实时同步，建立物料、物资采购关键环节的分析模型，包括采购周期、供货周期、付款结算、供货质量、库存占用、价格波动等；  2.应通过数字化技术实现采购模型、库存模型、供应模型等风险管理和异常处置。 | 1.应积极开展供应链追溯体系建设，加快服务化转型；  2.应建设工业互联网平台，链接上下游企业，打通设计、生产计划、库存计划、销售计划、物流计划、采购计划等，实现供应链资源整合与协同。 |
| 数字化生产 | 工艺设计 | 1.应建立工艺文档或数据的管理机制，能够对工艺信息进行记录、查阅和执行；开展有矿山规划、地质建模、采掘计划、采矿设计文件规划和设计文件。 | 1.关键工序应广泛采用智能仪表，对关键工艺指标进行在线分析；  2.应建立工艺管理重要工艺参数计算数字化模型；  3.新建、改扩建项目采用三维数字化设计、交付。 | 1.应通过实时数据库、SCADA实现全流程工艺监控及数据采集。；  2.利用信息化手段固化工艺计算模型，并于过程控制系统集成；  3.应部署三维可视化管理平台，集成过程控制系统数据。 | 1.应实现基于模型的三维工艺设计和优化，并将完整的工艺信息（如：工装、工具、设备等）集成于三维工艺模型中；  2.应基于工艺知识库的集成应用，实现工艺流程、工艺内容、工艺资源等知识的实时调用，为工艺规划于设计提供决策支持；  3.应基于工艺设计、生产、检验等系统的集成，辅助工艺技术人员进行工艺优化分析。 | 1.应实现基于三维模型的生产过程工艺全要素仿真分析及迭代优化；  2.应基于工艺知识库的集成应用，辅助工艺优化；  3.应基于工艺设计、生产、检验、物流、运维等数据分析，实现工艺设计的动态优化。 |
| 中试验证 | 1.初步建立中试生产线，用于基本的采选工艺和性能验证。  2.生产线设备以传统为主，缺乏专门用于中试验证的先进设备。  3.开始认识到中试验证流程优化的重要性，但尚未采用专门的流程优化工具。  4.存在基础的持续改进机制，但执行力度和效果有限。  5.尚未开始中试平台的数字化改造，主要依赖人工操作和纸质记录。 | 1.中试生产线设备更加专业，能够模拟真实生产环境，满足多种产品的中试验证需求。  2.开始引入部分自动化设备，提高验证效率。  3.引入流程模拟软件等初步的优化工具，开始对中试验证流程进行模拟和优化。  4.持续改进机制得到加强，能够定期识别并改进流程中的瓶颈问题。  5.开始对部分中试验证流程进行数字化改造，如数据采集、存储和分析。 | 1.中试生产线达到行业领先水平，能够模拟各种极端条件下的采选过程。  2.自动化水平显著提升，大幅减少人工干预。  3.广泛应用流程优化工具，如精益六西格玛，实现中试验证流程的全面优化。  4.持续改进机制成熟，能够快速响应市场变化和客户需求。  5.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。  6.引入人工智能技术，如机器学习、预测分析等，支持中试验证过程的智能决策和优化。 | 1.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。  2.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。  3.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。  4.通过大数据分析，发现潜在的质量问题和改进机会。  5.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。  6.引入物联网技术，实现设备间的互联互通和协同工作。 | 1.中试平台成为行业标杆，吸引其他企业前来参观学习。  2.与高校、科研机构建立紧密合作关系，共同推动冶炼技术的进步。  3.形成独特的中试验证流程优化方法论，并对外输出。  4.积极参与行业标准的制定和修订工作，推动行业进步。  5.中试平台成为冶炼行业的数字化、智能化示范基地。  6.通过云计算、区块链等先进技术，实现全球范围内的资源共享和协同工作。 |
| 计划调度 | 1.应基于销售订单和销售预测等信息，编制主生产计划；  2.应基于主生产计划进行排产，形成详细生产作业计划并开展生产调度。 | 1.应通过信息系统，依据生产数量、交期等约束条件自动生成主生产计划；  2.应基于企业的安全库存、采购提前期、生产提前期等制约要素实现物料需求 计划的运算  3.应基于信息技术手段编制详细生产作业计划，基于人工经验开展生产调度。 | 1.应基于安全库存、采购提前期、生产提前期、生产过程数据等要素开展生产能力运算，自动生成有限能力主 生产计划；  2.应基于约束理论的有限产 能算法开展排产，自动生成详细生产作业计划；  3.实时监控各生产环节的投入和产出进度，系统实现 异常情况自动预警，并支持人工对异常的调整。 | 1.应基于先进排产调度的算 法模型，系统自动给岀满足 多种约束条件的优化排产 方案，形成优化的详细生产 作业计划；  2.应实时监控各生产要素，系 统实现对异常情况的自动 决策和优化调度。 | 1.通过工业大数据分析,构建生 产运行实时模型，提前处理生产 过程中的波动和风险，实现动态 实时的生产排产和调度；  2.通过统一平台，基于产能模 型、供应商评价模型等，自动生 成产业链上下游企业的生产作 业计划，并支持企业间生产作业 计划异常情况的统一调度。 |
| 生产作业 | 1.采矿作业应按采矿设计开展采矿生产作业、应记录采矿作业的生产过程信息；选矿作业应记录选矿关键流程信息；应通过信息系统实现销售计划进行上报汇总，依据生产产线及生产工艺、库存、原料等编制主生产计划；  2.应根据主生产计划对各生产车间、生产线进行排产；  3.应通过DCS等集中控制，实现生产各车间、工段的远程控制；  4.应通过视频监控远程实时监控各关键环节设备运行情况；  5.应制定安全管理机制和环保管理机制，具备安全和环保操作规程，为实现安全环保信息化打下基础；  6.应建立企业能源管理制度，开展主要能源的数据采集和计量。 | 1.应在采矿出矿采用数字化质量检测设备，实现产品质量检测和分析，应对选矿流程进行自动化、数字化质检设备进行监控；通过DCS系统实现生产流程的线上化；实时监测工艺、能源、压力、液位、流量、温度等，通过PID整定等技术实时优化，对DCS系统控制回路进行优化，提高生产过程控制精度；  2.应用OTS仿真模拟，实现人员岗前培训；  3. 应对生产线上的设备进行自动化改造，实现设备的远程控制和智能化管理。通过自动化技术，减少人工干预，提高设备的运行稳定性和效率；  4.应通过信息技术手段实现员工职业健康和安全作业管理；  5.应通过信息技术手段实现作业环境数据、固危废活动数据、安全管理数据，应急指挥数据监测，监测数据可采集并记录；  6.应通过信息化系统对固危废管理、安全管理核心业务、应急指挥活动进行规范；  7.应建立安全双预控系统，实现安全风险、安全隐患进行分级分类、排查治理线上闭环；  8.应实现主要能源计量器具接入工控系统，并实现能源计量数据的自动采集、报警提醒；  9.应建立数据采集系统，实时监测各种能源的消耗情况，包括电、水、气、蒸汽等。采用传感器、数据采集模块等设备，收集能源使用数据，并上传到管理平台进行处理。 | 1.应对选矿设备进行参数在线监控，在关键装置应用APC先进过程控制，提高装置自动化控制、提高产品产量及质量，实现节能降耗；  2.应采用数据采集分析系统，对工艺运行情况、工艺指标工艺平稳率、连锁投切率、自动投运率等进行实时监控分析调整优化；  3.应建立安全培训、风险管理、应急指挥等知识库。  4. 应建立应急指挥中心，基于应急预案库自动给出管理建议，缩短突发时间应急响应时间；  5.应对工厂进行三维建模，对厂区危险区域进行标记标识，对重大危险源进行实时监控；  6.应建立能源管理信息系统，对能源输送、存储、转化、使用等各环节进行全面监控，进行能源使用和生产活动匹配，并实现能源调度；  7.应建立合理的能耗评价指标，并能发现计划预期与指标之间的差异，实现偏离预警。 | 1.应建立全工厂级闭环优化模型，应用全工厂级RTO实时优化技术，实现厂级全流程实时优化控制；  2.应根据生产作业计划，自动将生产程序、运行参数或生产指令下发到数字化设备；  3.应基于安全作业，风险管控、应急指挥等数据的分析，实现危险源的动态识别、评价和治理；  4.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；  5.应建立人员定位系统，监控人员位置，安全区域内工作，避免进入危险区域或受到有害物质的暴露，以及事故预防、撤离、应急；  6. 应实现从清洁生产到末端治理的全过程环保数据采集，实时监控及报警，并开展可视化分析；  7.应建立能源管控系统和统一的核心数据库，存储能源模型数据和业务数据，利用大数据平台集成实时数据，进行数据可视化分析；  8.应建立能源平衡分析系统，构建各类能源平衡模型，利用大数据、人工智能技术对产品单耗、工序能耗、厂级总耗进行多维度分析，通过模块运算得到平衡结果进行优化调整。 | 1.应整合各类先进优化软件，实现厂级无人化操作；宜采用人工智能开展现场采矿作业；应基于人工智能、大数据等技术，实现采矿异常的自动调整；  2.应基于数字化技术实现生产过程非预见性异常的自动调整；  3.应综合应用知识库及大数据分析技术，实现生产安全一体化管理；  4.应实现环保、生产、设备等数据的全面实时监控，应用数据分析模型，预测生产排放自动提供生产优化方案并执行；  5.应利用人工智能、数字孪生等信息技术，从能源种类、车间、工艺等多维度进行能源监测、分析，进行工厂全面感知，并实现全厂能源消耗、能源分布智能动态调整；  6.应通过信息集成平台，集成采购、销售、财务数据，利用大数据及人工智能技术，智能调整企业用能分配，提升能源利用率。 |
| 质量管控 | 1.应建立完善的质量管理体系；  2.应制定质量管控相关规定并规范执行。 | 1.应建立产品生产制造记录规范并有效执行，记录产品制品过程中的关键信息，如时间地点、生产批次、操作员、设备使用情况等；质量控制数据记录，包括检测结果、检验标准、质量指标等；  2.应将产品质量信息统计，并反馈给生产、销售部门。 | 1. 应使用 RFID、二维码、标识解析等技术，实现产品的唯一标识；  2.应通过信息技术手段对产品生产制造信息管理。 | 1．应利用信息共享，实现重要产品的质量信息、生产信息、销售信息追溯。 | 1.应实现产品全生命周期信息集成、分析；  2.应使用多种优化模型，实现生产计划优化、中间产品资源再分配、质量再控制和终端用户实际需求相匹配。 |
| 设备管理 | 1.应定期对设备进行点检与保养，并进行设备运行状态记录。 | 1. 应通过人工或手持仪器开展设备巡检，记录设备基本信息与运行情况，并根据人工经验实现检修维护过程管理和故障处理；  2. 应将记录文档，巡检流程规范化，为构建设备管理数字化打下基础；  3. 应构建设备日常维护管理机制，可通过人工进行基本的人员组织和协调，能够满足基本的任务分配要求。 | 1. 应通过信息技术手段制定设备维护计划，实现对设备设施维护保养的预警；  2. 应通过设备状态监测结果，合理调整设备维护计划；  3. 应采用设备管理系统记录设备维护基本信息，过程记录实现设备点巡检和过程管理；  4. 应建立设备档案库，并与采购和仓储系统集成，实现设备的全生命周期管理；  5.应通过设备管理系统实现设备维护、设备检修、设备保养、工单派发等设备管理闭环。 | 1.应实现设备关键运行参数数据的实时采集、故障分析和远程诊断；  2. 应对大型设备进行在线监测与诊断。实时监控设备运行情况、周期，并制定相关运行维护措施。 | 1.应基于设备运行模型和设备故障知识库，自动给出预测性维护解决方案；  2.应基于设备综合效率的分析，自动驱动工艺优化和生产作业计划优化，确保设备的运行效率和稳定性；  3.应通过工业互联网，实现设备的在线，并建立设备运行与故障模型，从而给出预测性维护方案；  4.应应用巡检机器人、无人机等进行设备巡检，代替人工进行高危区域巡检。 |
| 仓储配送 | 1.应制定高价值物资、物料仓库等管理规范，实现出入库、盘点和安全库等管理；  2.应基于管理分类和规范要求，实现仓储等合规管理；  3. 应制定门禁与物流车辆管理规范并有效执行；  4. 企业应根据运输订单和经验，制定运输计划且配置调度；  5. 企业应对物流信息进行简单跟踪；  6.企业应通过一卡通或车牌识别，联动门禁与物流车辆，实现运输车辆与其他车辆在园区内规范运行。 | 1.应基于条码、二维码、RFID等，实现出入库管理；  2. 应建立仓储管理系统，实现货物库分配、出入库和移库等管理；  3. 应建立仓网规划，包括产成品、原材料、异地仓储中心等，实现仓网对市场区域的覆盖；  4.应基于信息化系统实现对企业及员工车辆管理，通过车牌识别实现门禁管控；  5. 企业应建立物流车辆电子档案管理系统，进行资质到期预警，有独立的门禁及车辆控制设备；  6. 企业应基于生产单元物料情况发起配送请求，并提示及时配送；  7.企业应与销售订单集成，发送配送任务，并提示及时配送。 | 1.应基于仓储管理系统与制造执行系统集成，依据实际生产作业计划实现半自动或自动出入库管理；  2.应采用射频遥控数据终端、声控或按灯拣货等手段进行入库和拣货；  3.应通过配送设备、运输计划、路面情况和信息系统集成，实现关键件及时配送、最优运输路径选取；  4.应将重大危险源相关信息自动采集至重大危险源管理系统，对危险源状态进行实时监测，状态异常时可自动报警，避免事故发生；  5.应通过信息化系统实现外来车辆临时登记，生成临时停车；  6.应通过仓储管理系统和运输管理系统集成，整合出库和运输过程；  7.应实现运输配送关键节点信息追踪，并通过信息系统将信息反馈给客户；  8.应实现接入外部车辆，进行资质证件审核，并实现货源发布、公开竞价、运费结算。 | 1.应通过数字化仓储设备、配送设备与信息系统集成，依据实际生产状态实时拉动物料配送；  2.应根据重大危险源状态实时数据进行趋势预测，结合知识库自动给出纠正和预防措施；  3.应建设无人仓库，与仓储作业指令集成，规划叉车作业路线，实现自动搬运、拆卸、装车；  4.应实现生产、仓储、运输管理多系统的集成优化；  5.应支持特殊作业场景下快速识别分析，通过车辆定位、电子围栏和视频监控联动，对 车辆进入周界、厂区进行路线引导和违规抓拍。 | 1. 通过企业与上游供应链的集成优化，实现最优库存或及时供货；  2. 企业应实现重大危险源罐制动传感器自动控制，实现无人值守；  3.企业应将信息化系统车辆管理模块可以与车联网联动，实现停泊车位导航，车辆导流；  4.应基于模型，实现装载能力优化及运输配送路径优化；  5.应实现运输配送全过程信息跟踪，基于定位系统进行定位，实现运输到货后的签收，对轨迹异常进行报警。 |
| 数字化生产 | 安全生产 | 1.建立基本的安全生产管理制度、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。  2.安全数据主要通过纸质记录或简单电子文档进行管理，缺乏系统性和实时性。  3.定期对员工进行安全生产基础知识和技能的培训，但培训方式和效果评估较为传统。  4.初步考虑有色金属采选行业的特殊安全要求，如高温、高压、有毒有害物质处理等，但尚未形成系统化的解决方案。 | 1.在关键作业区域（如选矿车间）引入安全监控摄像头、温度压力传感器等，实现安全参数的实时监测。  2.针对特定作业场景（有限空间作业）制定详细的安全作业指导书，并通过现场标识、警示系统等方式加强管控。  3.开始使用简单的信息系统记录和分析安全数据，如事故统计、隐患排查等，但数据共享和分析能力有限。  4.根据有色金属采选行业的安全风险特点，制定针对性的安全管理措施和应急预案。 | 1.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。  2.安全生产管理系统（如HSE系统）与MES、ERP等系统深度集成，实现数据共享和业务协同。  3.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。  4.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。 | 1.基于云平台部署安全生产管理系统，实现跨地域、多工厂的安全数据集中管理和分析。  2.建立应急指挥平台，实现紧急情况下的快速响应和协同处置。  3.通过物联网、智能穿戴设备等技术，实现人机物环境的全面监控和智能化管控。  4.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。 | 1.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。  2.成为有色金属采选行业安全管理的标杆，参与或主导制定行业标准，推动行业安全水平整体提升。  3.利用AI技术提供智能化的安全决策支持，如风险评估模型、应急预案优化等。  4.将安全生产融入企业可持续发展战略，推动绿色生产、节能减排等环保措施的实施，提升企业社会形象和品牌价值。 |
| 环保管理 | 1.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，确保初步符合环保法规要求。  2.环保数据主要通过纸质记录或简单的电子表格进行管理，缺乏系统性和实时性。  3.对员工进行基本的环保意识和操作培训，但培训内容和方式较为基础。  4.开始关注有色金属采选行业的特殊环保要求，如重金属排放控制、废气治理等，但管理措施尚不完善。 | 1.在关键环保设施（如废气处理系统、污水处理站）引入自动化监控设备，实现环境参数的实时监测和记录。  2.针对特定环保场景（如废气排放口、噪音源）制定详细的管理措施和应急预案，提高应对突发环境事件的能力。  3.开始使用基本的数据分析工具对环保数据进行初步处理和分析，识别潜在的环境风险。  4.根据有色金属采选行业的环保要求，优化环保设施和工艺，减少污染物排放。 | 1.实现环保管理全流程的数字化，包括环境监控、数据采集、分析、报告等环节。  2.环保管理系统与MES、ERP等系统集成，实现环保数据的实时共享和业务协同。  3.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境影响，指导产品设计和生产决策。  4.建立全面的环境风险管理体系，对生产过程中的环境风险进行动态识别、评估和控制。 | 1.基于云平台部署环保管理系统，实现跨地域、多工厂的环境数据集中管理和分析。  2.利用物联网、大数据分析等技术实时监控环境参数，识别环境改进机会，优化生产流程和环保措施。  3.建立废物分类、收集和处理系统，并探索废物循环利用和回收途径，提高资源利用率。  4.优化供应链，选择环保材料和供应商，实施可持续包装和运输解决方案，减少供应链中的环境影响。 | 1.构建涵盖供应商、客户、政府机构等多方参与的环保生态系统，实现环保管理的全面协同和资源共享。  2.成为有色金属采选行业环保管理的标杆，参与或主导制定行业标准，推动行业环保水平整体提升。  3.利用AI、机器学习等技术提供智能化的环保决策支持，如环境风险评估模型、排放优化算法等。  4.将环保管理融入企业可持续发展战略，推动绿色生产、节能减排等环保措施的实施，提升企业社会形象和品牌价值。同时，积极参与社会公益活动，履行企业社会责任。 |
| 能源管理 | 1.建立基本的能源管理规范和制度，确保符合环保法规。  2.建立能源管理制度与规范。  3.部署基本的能耗监测设备，如电表、流量计等，记录基本能耗数据。  4.初步识别生产过程中的高能耗风险，制定基本的应对措施。 | 1.在特定场景下优化能源使用，提升能效。  2.部署智能电表、传感器等，实现能源消耗的实时跟踪和监测。  3.初步应用数据分析技术，识别高能耗设备和环节，提出初步的优化建议。  5.针对特定生产场景，进行工艺优化和设备升级，减少能源消耗。 | 1.在整个生产领域内实现能源管理的系统化和精细化。  2.采用智能EMS，集成生产管理系统，实现能源使用的精细化控制。  3.应用高级数据分析技术，全面识别能源浪费环节，制定详细的能效提升计划。  4.实现生产设备之间的互联与自动化，优化生产流程，减少无效能耗。  5.基于生产需求和能源指标，制定能源使用计划，进行能耗对标分析。 | 1.构建能源管理平台，实现数据的集中管理和优化决策。  2.建立能源管理数字化平台，集成各类能源监测、分析和管理功能。  3.利用大数据和AI技术，进行深度能效分析和预测，优化能源分配和使用。  4.构建企业内部能源管理网络，实现数据的实时传输和共享。  5.实现能耗数据的在线监测和实时反馈，为管理决策提供即时依据。 | 1.形成能源管理的生态系统，推动行业可持续发展。  2.与上下游企业、行业协会、科研机构等建立合作关系，共同推动能源管理技术的发展和应用。  3.构建绿色供应链，推动供应商和合作伙伴在能源管理方面的协同优化。  4.实施全面的碳足迹管理，包括碳排放核算、减排目标设定和减排措施实施。  5.将能源管理纳入企业可持续发展战略，推动企业在经济、社会和环境三方面实现协调发展。 |
| 生产协同 | 1.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。  2.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。  3.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。  4.建立定期会议、报告制度等初步沟通机制，促进信息共享和问题解决。 | 1.在特定生产场景下优化协同效率，提升响应速度。  2.引入生产计划与调度协同系统，初步实现生产计划与调度系统的数据对接，提高计划的准确性和及时性。  3.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。  4.实施设备状态监控系统，初步实现设备状态的实时共享，为设备管理与维护提供数据支持。 | 1.在整个生产领域内实现全面协同，提升整体效率。  2.建立覆盖生产全过程的全面协同机制，包括研发、设计、中试、生产、供应链等环节的紧密协作。  3.基于设备状态数据和历史维护记录，建立智能维护计划协同机制，确保维护工作的准确性和及时性。  4.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。  5.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。 | 1.构建统一的生产协同平台，实现数据集成和智能决策。  2.建立统一的生产协同平台，集成生产计划、设备管理、质量控制等功能模块，实现数据的集中管理和共享。  3.引入智能调度算法，基于实时生产数据和预测模型，自动调整生产计划，提高调度效率。  4.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。  5.利用平台积累的数据，进行数据挖掘和分析，为管理层提供数据驱动的决策支持。 | 1.形成生产协同的生态系统，推动行业创新发展。  2.建立与上下游企业、行业协会、科研机构等的协同网络，共享生产协同经验和资源。  3.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。  4.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。  5.将生产协同纳入企业可持续发展战略，推动绿色生产、节能减排等环保措施的实施，实现经济、社会和环境的协调发展。 |
| 数字化服务 | 服务产品、能力、交付及运行 | 1.应梳理供应链上下游的主要服务目标、服务内容、和服务方式；  2.应制定供应链上下游服务规范并有效执行；  3.应组建专门团队面向供应链上下游提供服务。 | 1.应建立供应链上下游服务能力管理体系，支撑服务能力的持续改进；  2.应对供应链上下游服务信息进行统计，并反馈给设计、生产、销售部门。 | 1.应建立服务管理系统开展客户关系管理，具有客户管理、商机管理、报价管理等基础统计分析功能；  2.应制定服务能力标准，并通过服务管理系统对实际服务能力进行对标。 | 1.应建立服务与产品、物流等客户需求的关联性响应模型；  2.应建立客户反馈渠道和服务满意度评价制度体系，实现客户服务闭环管理；  3.应建立服务管理系统，实现服务过程的全称跟踪。 | 1.应集成多方社会资源，如气象、金融、下游需求等，为下游冶炼加工提供整合服务；  2.应基于工业互联网平台等，分析影响服务平台的关键因素并生成优化方案。 |
|  | 服务能力 | 1. 建立规范化客户服务制度；  2. 应对客户服务及信息进行统计，并反馈给设计、生产、销售部门；  3. 应及时响应和处理客户反应的问题和需求，不断提高和改善服务体验。 | 1. 建立规范化服务体系，设立多种客户反馈渠道，建立厂家、客户关系互动机制，建立服务满意度评价制度，实现客户服务闭环管理；  2. 通过信息系统，实现客户关系及服务管理，具有客户管理、商机管理、报价管理等基础统计分析功能；具有对客户服务信息统计功能。 | 1. 应通过云平台或移动客户端等多种服务手段实时提供在线客服；  2. 应具备客户服务信息数据库及客户服务知识库，实现与客户关系管理系统的集成。  3应用自动化工作流技术，优化服务流程，减少人为错误，提高服务效率。  4深化服务知识库的内容，结合采选行业的特殊需求，建立行业专属的知识库和解决方案库。 | 1. 应实现面向客户的精细化知识管理，可通过移动客户端提供客户服务；  2. 应基于大数据、云服务、数据挖掘等技术手段，建立客户服务数据模型，对服务数据进行深度挖掘，为服务优化和决策提供支持。  3. 使用人工智能算法模型进行客户行业延伸分析，预测同类型客户机会。 | 1.与上下游企业、科研机构、行业协会等建立紧密的合作关系，共同构建服务能力生态系统，实现资源共享和优势互补。  2.建立开放的服务平台，吸引外部创新资源参与服务能力的开发和优化，推动技术创新和服务创新。  3.积极参与或主导采选行业服务标准的制定，推动行业服务能力的标准化和规范化发展，提升行业整体竞争力。  4.将服务能力的建设与企业的可持续发展战略相结合，注重环保、节能和社会责任等方面的考虑，推动冶炼行业的绿色发展和转型升级。 |
|  | 服务交付 | 1.开始搭建服务交付管理系统的框架，明确服务交付的流程、角色和职责，实现基本的流程跟踪和文档记录。  2.在产品和服务交付中，初步引入数字化手段，如电子文档、邮件通知等，但尚未形成系统化的数字化交付流程。  3.采用传统的服务交付模型，如项目制或合同制，开始探索灵活服务交付模型的可能性，但尚未形成具体的实施策略。 | 1.根据采选企业的实际需求，优化服务交付管理系统的功能，实现交付过程的自动化和标准化，提高交付效率和可追溯性。  2.深化数字化交付的应用，建立电子化的交付流程，包括订单处理、生产跟踪、物流监控等，确保交付信息的实时性和准确性。  3.根据市场变化和客户反馈，初步实践灵活的服务交付模型，如按需服务或基于项目的定制化服务，提升客户满意度。 | 1.利用大数据、人工智能等技术，对服务交付管理系统进行智能化升级，实现交付过程的智能预测、优化和调度。  2.根据客户需求和市场预测，制定智能生产计划，优化资源配置，提高生产效率。  3.为产品提供远程监控和诊断服务，及时发现并解决问题，提升客户满意度。  4.利用数据分析技术，对服务交付过程中的数据进行深度挖掘，为决策提供支持。  5.确保数字化交付过程中的数据安全和合规性，保护客户隐私和企业利益。  6.根据市场变化和客户需求，灵活调整服务交付模型，如推出订阅服务或基于使用的定价模型，增加服务灵活性和吸引力。 | 1.建立集服务交付管理、数字化交付、智能推荐等功能于一体的服务交付平台，实现服务资源的统一管理和高效调度。  2.与供应链上下游企业、技术提供商等建立合作关系，共同构建服务交付生态系统，3.实现资源共享和协同创新。  利用实时数据分析技术，对服务交付过程中的数据进行实时监控和分析，为决策提供即时支持。 | 1.与行业内外多家企业、研究机构等建立紧密的合作关系，形成完整的服务交付生态系统，实现资源的深度整合和优势互补。  2.在生态系统中探索创新的服务交付模式，如共享服务、跨界合作等，引领行业发展潮流。  3.将服务交付能力的提升与企业的可持续发展战略相结合，注重环保、节能和社会责任等方面的考虑，推动冶炼行业的绿色发展和转型升级。  4.积极参与或主导采选行业服务交付相关标准和规范的制定，推动行业服务交付能力的标准化和规范化发展。 |
|  | 服务运行 | 1.引入基础的监控工具，对关键服务和产品的性能指标进行监控，如响应时间、吞吐量等，但监控范围有限，响应速度较慢。  2.制定简单的服务产品维护计划，包括定期检查服务组件的健康状况，但尚未形成系统化的维护流程和标准。  3.开始实施基本的数据保护措施，如设置简单的访问控制，但尚未全面遵守数据保护法规和行业安全标准。  4.初步探索自动化故障检测的可能性，但尚未实现故障的自动处理和恢复，仍需大量人工干预。 | 1.根据采选企业的业务需求，优化监控工具的配置，扩大监控范围，提高监控数据的准确性和实时性，能够更快速地响应性能问题和客户需求。  2.制定详细的服务产品维护计划，包括定期检查、预防性维护和故障应急处理等内容，确保服务产品稳定运行。  3.建立全面的服务产品安全管理体系，确保服务产品运行遵守数据保护法规和行业安全标准，实施数据加密、访问控制和网络安全防护等措施。  4.利用人工智能和机器学习技术，初步实现故障的自动检测，减少人工检测的工作量，但故障处理仍需人工介入。 | 1.利用大数据和人工智能技术，对服务和产品的性能数据进行深度分析，预测潜在问题，提前采取措施，确保服务和产品的稳定运行。  2.通过数据分析，预测服务产品的故障趋势，实施预防性维护，减少故障发生，提高服务产品的可靠性和可用性。  3.采用先进的安全技术和策略，如零信任网络架构、持续安全监控等，确保服务产品免受网络攻击和数据泄露等安全威胁。  4.实现故障的自动检测和自动处理，包括自动定位故障源、自动触发应急响应和自动恢复服务等，减少对人工干预的依赖，提高故障处理效率。 | 1.建立集性能监控、维护管理、安全管理和自动化故障处理等功能于一体的服务运行管理平台，实现服务资源的统一管理和高效调度。  2.利用平台的数据分析能力，为运维决策提供智能化支持，如优化资源配置、预测服务需求等。  3.平台能够根据不同业务场景的需求，灵活调整服务运行策略和管理措施，确保服务运行的稳定性和高效性。 | 1.与供应链上下游企业、技术提供商等建立紧密的合作关系，共同构建服务运行生态系统，实现资源共享和协同创新。  2.积极参与或主导采选行业服务运行相关标准和规范的制定，推动行业服务运行能力的标准化和规范化发展。  3.将服务运行能力的提升与企业的可持续发展战略相结合，注重环保、节能和社会责任等方面的考虑，推动冶炼行业的绿色发展和转型升级。  4.在生态系统中探索创新的服务模式，如基于云的服务运行管理、智能化运维外包等，引领行业发展潮流。 |
|  |  |  |  |  |  |  |

表B.2 冶炼企业评分标准

| **序号** | **评估指标** | **S1** | **S2** | **S3** | **S4** | **S5** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 技术 | 研发管理 | 1.开始建立基本的研发管理流程，如需求收集、任务分配和进度跟踪，但尚未形成完整的数字化系统。  2.识别关键的数字技术，如模拟仿真软件，但尚未深入应用。  3.开始使用基础的办公软件和数据分析工具，但缺乏专业的研发平台。  4.初步尝试企业内的跨部门协作，但尚未形成规范的协同机制。  5.研发部门与生产部门开始沟通，但协同效率较低。  初步意识到创新的重要性，但尚未建立支持创新的机制。 | 1.针对冶炼过程中的特定场景（如合金配方优化），建立数字化的研发管理流程。  2.在关键业务场景中（如工艺优化），深入应用数字技术，如过程模拟软件。  3.搭建针对冶炼行业的专用研发平台，支持数据分析和决策支持。  4.在特定项目或产品上，实现企业内外的协同设计和仿真。  5.研发部门与生产部门在关键产品上实现协同，确保产品顺利生产。  6.建立初步的创新激励机制，支持研发团队进行技术创新。 | 1.在冶炼行业领域，实现全面的数字化研发管理，包括需求管理、研发管理、流程管理等。  2.在冶炼行业的多个领域（如冶炼工艺、材料科学等）深入应用数字技术，提升研发效率。  3.构建统一的研发平台，支持整个冶炼行业的研发活动，实现数据共享和协同工作。  实现冶炼企业内外的全面协同，包括供应链合作伙伴、研究机构等。  4.研发部门与生产、销售等部门实现全面协同，确保产品从研发到市场推广的顺畅进行。  5.建立完善的创新体系，支持研发团队进行持续的技术创新和市场探索。 | 1.基于大数据和人工智能，实现智能化的研发管理，如自动化需求预测、项目风险预警等。  2.通过数据分析和模型预测，提升技术应用的深度和广度，如基于大数据的工艺优化。  3.构建面向整个冶炼行业的开放式研发平台，支持第三方开发者进行应用开发和数据共享。  4.通过平台实现跨行业、跨领域的协同研发，推动冶炼行业的创新发展。  5.实现研发、生产、销售等全业务流程的协同，提升整体运营效率。  6.基于数据智能，为决策提供科学、准确的支持，推动企业的创新发展。 | 1.构建以冶炼企业为核心的数字化研发生态系统，实现产业链上下游的紧密协作。  在生态系统中共享技术资源和创新成果，推动整个生态系统的技术进步。  2.打造全球领先的冶炼行业研发平台，吸引全球的研发资源参与。  3.在生态系统中实现跨地域、跨文化的协同研发，推动全球冶炼行业的创新发展。  4.实现生态系统中各参与方的全面协同，共同开拓市场、提升竞争力。  5.基于生态系统的数据和资源，为企业的战略决策提供全面、深入的支持。 |
|  | 技术创新 | 1.开始实施基础设施的数字化改造，关注基础自动化设备的引入和初步应用。  2.初步实现业务流程的数字化，引入基本的IT软硬件和信息系统，但尚未形成全面数字化环境。  3.建立基本的网络架构，实现内部网络的互联互通，但尚未涉及工业物联网技术。  4.开始探索智能装备和工业软件的应用，但尚未形成成熟的智能解决方案。  5.初步认识到技术创新与业务融合的重要性，但尚未形成明确的融合应用策略。 | 1.针对特定生产场景进行自动化改造，如关键工序的自动化升级。  2.在关键业务场景中实现全面数字化，如生产调度、质量管理的数字化。  3.实现人机、机机互联，引入工业物联网技术，提升生产数据的采集效率。  4.在特定生产场景中部署智能装备和工业软件，实现局部智能化。  5.在特定场景中实现技术创新与业务的初步融合，如智能生产线的应用。 | 1.在冶炼行业领域内实现全面的自动化改造，提升整体生产效率。  2.实现全要素数字化，包括业务流程和产品数字化，形成数字化冶炼生态圈。  3.建立行业级工业互联网平台，实现设备、业务、产业的全面互联。  4.在冶炼行业领域内广泛应用智能装备和工业软件，实现智能化生产和管理。  5.形成明确的融合应用策略，推动技术创新与业务的深度融合，如智能决策支持系统的应用。 | 1.构建冶炼行业的自动化平台，支持多企业、多场景的自动化改造。  2.建立冶炼行业的数字化平台，实现全行业的数字化协同和资源共享。  3.打造冶炼行业的工业互联网平台，实现跨企业、跨行业的网络互联。  4.构建冶炼行业的智能化平台，提供智能装备、模型算法和工业软件的全面支持。  5.在平台上实现技术创新与业务的全面融合，推动冶炼行业的创新发展。 | 1.形成冶炼行业的自动化生态，实现产业链上下游的自动化协同。  2.构建冶炼行业的数字化生态，实现跨行业、跨领域的数字化协同和创新。  3.建立冶炼行业的工业互联网生态，实现全球范围内的网络互联和资源共享。  4.形成冶炼行业的智能化生态，推动人工智能技术与冶炼行业的深度融合和创新。  5.在生态中实现技术创新与业务的全面融合和创新，推动冶炼行业的可持续发展。 |
| 数据 | 业务数据化 | 1.开始采用手工记录的方式收集业务数据，如原料采购、冶炼过程、产品销售等关键数据。  2.初步定义数据采集标准，如数据格式、记录方式等，但尚未形成完整的采集流程。  3.初步建立数据分类标准，如原料、产品、设备等的分类。  4.开始制定简单的数据编码标准，为数据的后续处理打下基础。  5.数据分析主要基于简单的统计和比较，尚未形成系统的分析框架。  6.开始意识到数据分析对于业务决策的重要性。  7.尚未建立与业务需要相关的数据模型。  8.数据主要用于基础的记录和查询，未实现深度应用。 | 1.引入可识别业务需求并自动匹配数据源采集的技术，如RFID、传感器等。  2.实现对业务主场景内设备设施、业务活动的实时数据采集。  3.完善数据采集、传输、分类、编码等标准，形成一套较为完整的数据管理规范。  开始建立数据目录，方便数据的查询和管理。  4.建立基本的数据分析框架，能够从多个角度和维度对业务数据进行描述和分析。  5.开始运用数据分析结果支持业务决策。  6.初步建立时间序列数据模型、空间数据模型等与业务需要相关的数据模型。  7.开始探索数据在业务优化、效率提升等方面的应用。 | 1.实现全面自动化的数据采集，涵盖冶炼企业的各个业务领域。  2.通过物联智能采集技术实现对设备设施运行状态的实时监控。  3.数据标准得到严格执行，形成数据管理的良性循环。  数据目录得到完善，支持跨部门、跨领域的数据共享。  4.形成成熟的数据分析体系，能够深入挖掘业务数据的潜在价值。  5.数据分析结果成为企业决策的重要依据。  6.建立完善的数据模型体系，支持复杂业务场景的数据分析。  7.数据在提升产品质量、优化生产流程等方面发挥关键作用。 | 1.构建统一的数据采集平台，实现数据的集中管理和统一调度。  2.通过平台实现数据的高效采集、传输和存储。  3.数据标准成为行业标杆，推动行业数据管理的规范化。  4.数据目录实现与行业标准对接，促进数据资源的共享和互通。  5.利用大数据、人工智能等技术手段对生产数据进行深度分析，优化生产工艺参数。  数据分析结果能够为企业带来显著的经济效益和社会效益。  6.数据模型支持企业实现智能化决策和生产自动化控制。  7.数据成为企业核心竞争力的重要组成部分。 | 1.形成完善的数据生态体系，实现与供应链、产业链上下游企业的数据互联互通。  2.通过数据驱动实现产业链的协同优化和高效运作。  3.推动行业数据标准的制定和实施，引领行业发展方向。  数据目录实现与全球标准对接，促进国际交流与合作。  4.利用全球数据资源对企业业务进行深度分析，发现新的商业机会和增长点。  5.数据分析结果支持企业实现全球化战略和可持续发展。  6.数据模型支持企业实现全球范围内的资源配置和风险管理。  7.数据成为企业参与全球竞争的重要支撑。 |
| 数据业务化 | 1.开始收集全在线的业务数据，建立基础的数据监控体系，能够初步感知企业运营环境中的一些情况。  2.开始尝试使用简单的数据分析工具，为管理层提供基本的业务数据支持，尚未形成完整的决策支持系统。  3.在部分业务流程中尝试引入数据分析，但尚未实现个性化、定制化的业务交付模式。  4.意识到数据对于业务创新的重要性，但尚未形成具体的数据驱动创新机制。  5.初步探索将部分数据分析结果转化为产品或服务，但尚未形成规模。  6.尚未开展数据对外服务，但开始思考可能的服务形式和策略。 | 1.实现关键业务场景的实时数据监控，能够精准感知对业务造成影响的环境情况。  2.建立初步的决策支持系统，通过算法和数据结合提升业务决策的精准度，开始部署基础的业务智能（BI）工具。  3.在特定业务场景中实现个性化、定制化的业务交付模式，通过数据分析优化业务流程。  4.在部分业务创新项目中应用实时数据，为创新技术提供数据支撑。  5.开发基于数据分析的个性化产品和服务，开始在市场上推广。  6.开始提供数据库产品、API服务等基础的数据对外服务。 | 1.在冶炼行业领域内实现全面的业务数据感知，覆盖生产、销售、供应链等多个环节。  2.建立完善的决策支持系统，实现业务决策的智能化、自动化。  3.将数据分析广泛应用于业务流程的优化和改进，实现全面的个性化、定制化业务交付。  4.深入挖掘冶炼行业实时数据，为业务创新提供强大的数据支撑。  5.形成一系列基于数据驱动的冶炼行业特色产品和服务，在市场上形成竞争优势。  6.提供工业APP、订阅制服务等高级形式的数据对外服务，满足行业内外客户的多样化需求。 | 1.构建冶炼行业的统一数据平台，实现跨企业、跨行业的业务数据感知。  打造冶炼行业的智能决策平台，支持多企业、多场景的决策需求。  2.通过数据平台实现业务流程的智能化、自动化交付，提升整体交付效率。  3.利用平台数据为冶炼行业提供创新技术和解决方案。  4.形成冶炼行业的数据产品生态圈，满足不同客户的需求。  5.提供全球化的数据服务，促进冶炼行业的数字化转型和产业升级。 | 形成冶炼行业的全面数据感知生态，实现产业链上下游的实时数据共享和协同。  构建全球冶炼行业的智能决策网络，支持全球范围内的业务决策。  实现全球范围内的智能化、自动化业务交付，提升冶炼行业的整体竞争力。  利用全球数据资源推动冶炼行业的持续创新和技术突破。  形成全球冶炼行业的数据产品和服务体系，满足不同地域、不同文化的客户需求。  提供全球化的数据对外服务，推动冶炼行业的数字化转型和可持续发展。 |
| 数字化运营 | 数字化营销 | 1.初步建立订单、合同等信息的电子化管理流程，但尚未形成系统化的营销计划编制及迭代机制。  2.开始收集客户基础信息，但尚未形成有效的客户洞察与数据分析体系，客户关系管理（CRM）系统处于基础搭建阶段。  3.营销团队开始接触数字化营销概念，但缺乏系统培训和明确的MarTech投资策略。  4.线上线下渠道开始有所区分，但尚未形成有效的协同机制。  5.个性化与定制化营销概念初步引入，但尚未形成实际操作能力。 | 1.建立较为完善的营销计划编制及迭代流程，开始使用数据分析工具辅助决策。  2.形成初步的客户画像和分级分类评价，CRM系统开始支持客户跟踪和虚拟体验。  3.营销团队接受基础数字化营销培训，开始投资于AI、大数据分析工具等MarTech。  4.线上线下渠道实现初步协同，如通过电商平台进行产品展示和订单处理。  5.开始根据客户需求数据定制推广信息，但定制化服务尚未形成规模。 | 1.营销数据管理实现全面数字化，营销计划编制及迭代流程高度自动化。  2.客户洞察与数据分析能力显著提升，CRM系统支持复杂客户行为分析和预测。  3.营销团队具备深厚的数字营销技能，MarTech投资回报明显。  4.线上线下渠道实现深度协同，如通过大数据进行渠道优化和库存共享。  5.个性化与定制化营销成为常态，客户反馈和行为分析驱动产品持续改进。 | 1.建立企业级的数字化营销管理平台，实现销售与生产、设计等各环节的无缝对接。  2.形成完整的客户生命周期管理体系，CRM系统支持多源数据整合和智能决策。  3.营销团队具备创新能力，引领行业数字化营销趋势，MarTech投资形成竞争优势。  4.线上线下渠道实现全面融合，形成统一的数字化营销生态。  5.基于大数据和AI技术的精准营销成为核心竞争力，客户体验持续优化。 | 1.数字化营销管理平台成为行业标杆，引领行业数字化转型。  2.形成开放的客户数据共享机制，支持合作伙伴共同优化客户体验。  3.营销团队具备全球视野和创新能力，推动行业数字化营销创新。  4.构建跨行业、跨领域的数字化营销生态，实现资源共享和互利共赢。  5.基于生态级数据的精准营销和智能决策成为行业普遍实践，推动行业持续进步。 |
| 数字化供应链 | 1.引入基础的供应链管理系统（SCMS），实现基本的订单处理、库存管理和运输跟踪功能。  2.开始使用ERP系统，但功能仅限于基础的数据录入和查询。  3.初步探索物联网设备在冶炼过程中的应用，如温度、压力等关键参数的实时监控。  4.自动化程度较低，主要依靠人工操作和手动数据采集。  5.与少数关键供应商和客户建立基本的信息共享机制。  6.供应链协同平台处于规划阶段，尚未正式实施。 | 1.SCMS实现供应链流程的初步自动化和集成，如订单自动处理和库存自动调整。  2.利用ERP系统和供应链规划工具，提高供应链的响应速度。  3.开始引入CRM和OMS系统，以提高客户满意度。  4.物联网设备和传感器在冶炼过程中得到广泛应用，实现实时数据采集和初步分析。  5.引入自动化仓库管理系统，但自动化水平仍有限。  6.供应链协同平台初步建立，与更多供应商和客户实现信息共享。  7.开始实现供应链各环节的初步协作。 | 1.SCMS实现全面自动化和集成，订单处理、库存管理和运输跟踪实现高度协同。  2.利用高级分析功能，对供应链数据进行深入分析，以支持决策制定。  3.物联网设备和传感器实现全面覆盖，实现冶炼过程的实时监控和预测性维护。  4.自动化仓库管理系统和机器人技术得到广泛应用，物流效率显著提升。  5.建立完善的数字化采购管理系统，实现采购信息的全面集成和协同。  6.数字化物流管理实现物流过程信息的实时记录和推送。  7.数字化供应链管理实现全供应链信息的可视化，支持采购与销售的协同优化。  8.供应链协同平台功能完善，实现与供应商、分销商和客户的紧密协作。  9.通过供应链金融、风险管理等手段，提高供应链的灵活性和韧性。 | 1.构建供应链大数据平台，实现供应链数据的集中存储和分析。  2.利用人工智能技术对供应链进行智能优化和预测。  3.物联网和自动化技术实现冶炼过程的全面智能化，降低能耗和排放。  4.通过云计算和边缘计算技术，实现数据的实时处理和分析。  5.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。  6.通过区块链技术，提高供应链信息的透明度和可信度。 | 1.供应链大数据平台成为行业标杆，引领冶炼行业的数字化转型。  2.通过供应链创新，推动冶炼行业的可持续发展。  3.物联网和自动化技术成为冶炼行业的核心竞争力，推动行业的技术进步。  4.通过智能化生产，实现冶炼过程的绿色化和低碳化。  5.构建全球供应链网络，实现跨国界的供应链协同和资源共享。  6.通过供应链金融、风险管理等手段，提高全球供应链的韧性和稳定性。 |
| 数字化生产 | 工艺设计 | 1.冶炼工艺路线应采用国家鼓励和推荐的先进技术和工艺及装备；  2.应满足国家或地方政府对环保、安全的要求；建立了明确的设计管理和质量控制体系，有明确的设计流程管理措施，有明确的专业协作制度；  3.工艺、设备布置合理，充分满足生产和操作的功能保障；  4.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；  5.应基于设计经验，进行计算机辅助工艺规划及工艺设计；  6.应根据理论或经验对工艺设计进行推理验证；  应实现图纸规范化、标准化。 | 1.有清晰完善的设计管理、质量控制、合规性检查控制体系，有完善的各专业设计流程管理制度；  2.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；  3.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；  4.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；  5.应采用工艺新方法和新技术手段进行生产系统效率和性能的提升；  6.设计合理，设计图纸应完善准确，能有效保障指导施工。 | 1.具有数字化的设计工具体系；  2.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；  3.应建立工艺流程、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；  4.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；  5.应实现设计平台与其他诸如建筑、设备等设计平台间关联信息的融合共享；  6.设计系统应具有一定的优化设计能力。应实现多专业多站点数字化协同设计。 | 1.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；  2.应将知识库与工艺设计系统集成，优化工艺、设备布置、管线、电气、控制等设计、资源配置与计算；  3.具有流体力学、热力学、机械 工程、矿业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；  4.设计系统具有良好的设计自治能力，能与专家系统和模型库形成数据反馈和数据优化决策迭代；  5.具备高水平的数字化系统协同设计能力，数据高度共享；  6.采用全数字化设计，提供虚拟现实的模拟工厂设计呈现，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。 | 1.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。  应基于迭代知识库实现辅助工艺创新推理及在线自主优化；  2.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；  3.应可实现工厂建设的数字化孪生虚拟现实工厂呈现，实现虚拟化制造效果呈现；  4.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。 |
| 中试验证 | 1.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。  2.生产线设备以传统为主，缺乏专门用于中试验证的先进设备。  3.开始认识到中试验证流程优化的重要性，但尚未采用专门的流程优化工具。  4.存在基础的持续改进机制，但执行力度和效果有限。  5.尚未开始中试平台的数字化改造，主要依赖人工操作和纸质记录。 | 1.中试生产线设备更加专业，能够模拟真实生产环境，满足多种产品的中试验证需求。  2.开始引入部分自动化设备，提高验证效率。  3.引入流程模拟软件等初步的优化工具，开始对中试验证流程进行模拟和优化。  4.持续改进机制得到加强，能够定期识别并改进流程中的瓶颈问题。  5.开始对部分中试验证流程进行数字化改造，如数据采集、存储和分析。 | 1.中试生产线达到行业领先水平，能够模拟各种极端条件下的冶炼过程。  2.自动化水平显著提升，大幅减少人工干预。  3.广泛应用流程优化工具，如精益六西格玛，实现中试验证流程的全面优化。  4.持续改进机制成熟，能够快速响应市场变化和客户需求。  5.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。  6.引入人工智能技术，如机器学习、预测分析等，支持中试验证过程的智能决策和优化。 | 1.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。  2.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。  3.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。  4.通过大数据分析，发现潜在的质量问题和改进机会。  5.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。  6.引入物联网技术，实现设备间的互联互通和协同工作。 | 1.中试平台成为行业标杆，吸引其他企业前来参观学习。  2.与高校、科研机构建立紧密合作关系，共同推动冶炼技术的进步。  3.形成独特的中试验证流程优化方法论，并对外输出。  4.积极参与行业标准的制定和修订工作，推动行业进步。  5.中试平台成为冶炼行业的数字化、智能化示范基地。  6.通过云计算、区块链等先进技术，实现全球范围内的资源共享和协同工作。 |
| 计划调度 | 1. 应基于销售订单和销售预测等信息，编制主生产计划；  2.应基于主生产计划进行调度排产，编制详细生产作业计划。 | 1. 应建立信息系统，基于生产数量、交期、原材料库存供给等约束条件自动生成主生产计划；  2. 应基于安全库存、采购提前期、生产提前期等制约要素来实现物料需求计划的运算；  3. 应基于约束理论的资源和有限产能算法开展排产调度，并自动生成详细生产作业计划。 | 1. 实现基于数字化系统的安全库存、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，形成最优的详细生产作业计划；  2. 实时监控各生产环节、生产批次的原材料、半成品、产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），并支持人工方法对异常的调整；  3. 实现制造执行的批次工单管理和工单监控，实现在线应急计划的调度和排程生产。 | 1. 基于协同透明的生产过程数据、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，处理生产过程中的波动和风险，实现优化的排产；  2. 应建立基于云服务的跨平台高级智能排程信息化应用，实现销售合同到生产计划、计划到生产规划部署的信息处理与资源调度自动化；  3. 应建立本系统云服务与制造执行及其生产控制系统的高度集成能力，实现基于智能排程的自动化生产。 | 1. 应建立基于智能算法并融合人工智能动态调整算法的新一代高级计划与高级排产系统；  2. 应用大数据和人工智能，持续优化生产调度算法，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；  3. 应建立基于智能化新技术（诸如神经网络、区块链、边缘计算等）的计划调度资源自动化综合分析决策系统能力。 |
| 生产作业 | 1.初步引入自动化设备和机器人技术，但覆盖范围有限。  2.开始尝试使用智能传感器和执行器进行基本的数据采集和监控。  3.MES系统处于初步部署阶段，主要用于基本的生产数据记录。  4.开始了解并尝试使用仿真技术进行生产流程模拟。  5.尚未形成系统的仿真优化流程。  6.数字化作业指导尚未普及，主要以纸质作业指导书为主。  7.开始实施精益生产理念，但仅在部分环节或部门应用。  8.存在基础的持续改进机制，但执行力度有限。  利用IoT和传感器技术进行初步的生产参数监控。  9.尚未实现生产流程的全面可视化。  10.初步建立生产异常监测机制，但预警和处置能力有限。 | 1.自动化设备和机器人技术得到广泛应用，覆盖主要生产环节。  2.MES系统实现生产作业的实时管理和优化。  3.初步实现MES与设计、计划和供应链系统的集成。  4.仿真技术得到广泛应用，用于优化作业计划和资源分配。  5.开始使用流程优化工具，如流程模拟软件和精益六西格玛。  6.开始采用电子作业指导书，提高作业标准化水平。  7.精益生产方法在生产中全面应用，生产效率得到显著提升。  8.持续改进机制成熟，能够定期识别并改进生产中的浪费。  9.利用IoT和传感器技术实现关键生产参数的实时监控。  10.初步实现生产流程的可视化，用于监控生产进度和瓶颈。  11.生产异常监测机制成熟，预警和人工调整能力增强。 | 1.生产线实现高度自动化和数字化，生产效率和质量大幅提升。  2.MES系统实现全流程生产作业数据的在线分析及参数优化。  3.生产计划自动执行，先进过程控制系统得到广泛应用。  4.仿真技术深入应用，通过数字化模拟大幅减少生产中的浪费。  5.流程优化工具与生产技术深度融合，生产作业流程持续优化。  6.数字化作业指导得到全面应用，作业标准化和一致性大幅提升。  7.精益生产方法成为企业文化的一部分，持续改进成为常态。  8.利用数据分析工具深入分析生产数据，优化生产作业。  9.生产流程实现全面实时监控和可视化，快速识别和解决生产问题。  10.实现生产环节投入和产出进度的实时监控与预警。  11.生产要素实时监控，异常处置实现优化调度方案自动生成。  12.初步实现异常应对的自动决策建议生成。 | 1.生产线实现智能化升级，支持自适应生产和预测性维护。  2.MES系统成为生产管理的核心平台，与生产上下游系统全面集成。  3.仿真技术实现智能化升级，支持预测性仿真和自动优化。  4.数字化作业指导实现增强现实(AR)或虚拟现实(VR)技术的应用。  5.精益生产方法实现智能化应用，通过数据分析自动提出改进建议。  6.实时监控和可视化技术实现智能化升级，支持智能预警和自动干预。  7.生产异常实现全面智能化监测和自动处置。  8.异常应对决策支持系统成熟，实现异常处置的自动化和智能化。 | 1.生产线成为行业标杆，引领冶炼行业的数字化转型。  2.与其他行业和企业实现生产数据的共享和协同。  3.与上下游企业实现数字化连接和协同，实现订单、库存、物流等信息的实时共享和协同管理。  4.精益生产方法不仅应用于企业内部，还扩展到整个供应链和生态圈，推动整个产业链的效率和效益提升。  5.冶炼企业成为精益生产的推广者和实践者，通过培训、咨询等方式，帮助其他企业实施精益生产。  6.冶炼企业与其他企业、机构等建立紧密的合作关系，共同应对行业内的挑战和风险。 |
| 质量管控 | 1.应建立初步的冶炼立质量管控相关的基本规范、标准和流程，如原材料检验规范、成品检验标准、质量记录管理等。  2.质量管控活动主要依赖人工记录、检查和审批，数据收集和处理效率低下。  3.对一线员工和质量管理人员进行基本的质量意识和操作技能培训。 | 1.应建立产品生产制造记录规范并有效执行，记录产品制品过程中的关键信息，如时间地点、生产批次、操作员、设备使用情况等；质量控制数据记录，包括检测结果、检验标准、质量指标等；  2.应建立质量管理信息化系统，实现对质量制度管理、流程、质量跟踪、质量检查、质量控制的信息化管理；  3.应建立原材料、半成品、产成品质量指标量化标准体系数据库。 | 1.实现生产全流程的质量数据自动化采集与实时传输，建立全面的质量数据库。  2.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。  3.质量管理系统（QMS）与生产执行系统（MES）、企业资源计划（ERP）等深度集成，实现数据共享和业务协同。  4. | 1.利用大数据、机器学习等技术构建质量预测模型，实现质量问题的早期预警和智能决策。  2.建立全面的质量追溯体系，实现从原材料到成品的全程质量跟踪与追溯。  3.基于云平台部署质量管理系统，实现跨地域、多工厂的质量数据集中管理和分析。  4.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。 | 1.构建涵盖原材料供应、生产制造、物流配送、售后服务等全链条的质量生态系统，实现质量管理的全面协同。  2.利用AI、物联网等前沿技术，不断优化质量管控流程，推动产品和服务的持续创新。  3.成为有色金属冶炼行业质量管理的标杆，参与或主导制定行业标准，推动行业高质量发展。  4.将质量管理融入企业社会责任和可持续发展战略，推动绿色生产，保障产品安全，提升品牌形象。 |
| 设备管理 | 1. 应建立冶炼相关设备管理制度、设备台账；  2. 应建立设备维保制度，实现定期设备检修、保养；  3. 应建立设备及其零部件备品备件制度，建立合理的备品备件储备；  4. 应通过人工或手持仪器开展设备常态化定期点巡检、辅助数据检测，及时发现设备异常，并依据人工经验实现检修维护过程管理和故障消除。 | 1. 应建立冶炼相关设备管理、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对设备设施维护保养的预警，形成预防性维护计划；  2. 应采用预防性设备管理技术，制定设备维护周期；  3. 应采用设备管理系统实现设备点巡检、润滑作业等日常维护工作的标准化。 | 1. 应建立冶炼相关信息化设备故障知识库，实现检修维护知识管理和利用；  2. 应建立与企业资源管理系统、生产控制系统的网路化集成和数据共享，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；  3. 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；  4. 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。 | 1. 应建立设备数字孪生模型，采用图像识别分析技术、物理感知技术、传感检测技术，实现数据采集和远程维护；  2. 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；  3. 应建立设备运行故障数据库，利用数据建模和数据分析、建立预测性分析模型，实现设备趋势分析；  4. 应基于设备状态的预测性分析，自动形成设备状态、维护计划、备件计划、检修标准等环节间匹配的检修维护策略优化，并实现具有预测性维护功能的设备运维生命周期管理。 | 1. 应采用工业大数据和云计算、机器学习、数据挖掘、神经网络等先进技术手段，实现设备状态预测模型的自学习、自适应维修保养功能；  2. 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大化；  3. 应建立设备数字孪生模型，采用图像识别分析技术、物理感知技术、传感检测技术，实现数据采集和远程维护。 |
| 仓储配送 | 1. 应建立仓储管理制度，建立仓库管理台账，基于管理分类和认证规范实现仓储合理管理；  2. 应制定仓储管理规范，实现出入库、盘点和安全库存管理；  3. 应建立严格的防火、防潮、防水、防爆等管理制度和措施，建立严格操作流程，严格遵照相关标准规范和管理制度要求进行危险品的搬运、转运、储存保管、分配分装；  4. 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；  5.应基于生产计划制确定配送计划，实现原材料和中间产品定时定量配送；  6. 应建立物流管理规章制度体系；  7. 应根据运输订单和经验，制定运输计划并配置调度；  8. 应对车辆和驾驶员进行统一管理。对物流信息进行必要跟踪。 | 1. 应基于条码、二维码、无线射频识别（RFID）等标识技术，实现货物的自动和半自动出入库管理；  2. 应建立仓储信息化管理系统，实现货物库位分配、出入库和移库等管理；  3. 应基于生产单元物料消耗情况发起配送请求，并提示及时配送；  4. 应建立管理系统，实现 中介质相关数据、 环境数据的实时采集和分析；  5. 应建立符合标准规范要求的安全仪表系统、气体检测、降温和消防设施等，建立 安全与应急防护体系；  6. 应实现物料的自动化输送控制；  7. 涉及甲类物品的储存仓房，应建立符合标准规范要求的照明、通风、监测、消防等设施，应按照标准规范要求进行储存保管；  8. 应通过运输管理系统实现订单、运输计划、调度等合理管理；  9. 应通过电话、短信等形式反馈配送运输关键节点信息给管理人员；  10. 应通过信息系统，实现运力资源管理。 | 1. 应基于数字化仓储设备和信息系统集成，根据实际生产计划实现无人或少人化自动出入库管理；  2. 应采用射频遥控数据终端、声控或按灯拣货等手段进行入库和拣货；  3. 应将数字化设备与配送人员和信息系统集成，实现物品的及时配送；  4. 应基于工业无线网，通过无线传感器，将 相关信息自动采集至 管理系统，对 状态进行实时监测， 状态异常时可自动报警，避免冒罐事故发生；  5. 应建立与 的安全监测防护、消防系统的信息化集成，实现数据共享和系统应急联动处理；  6. 应基于仓储管理系统和运输管理系统的集成，实现自动出入库管理；  7. 应实现配送运输关键节点信息跟踪，并通过信息系统将信息反馈给客户；  8. 应通过运输管理系统实现拼单、拆单等功能；  9. 应具备自动过磅、进出厂自助服务功能。 | 1. 应基于仓储配送系统与运输管理系统、企业资源管理系统、供应链管理系统和制造执行系统等集成，形成仓储模型和配送模型，实现最小库存和方便快捷配送；  2. 宜建立基于历史数据、市场预测和产品计划的仓库储备预测优化分析系统，实现库存优化辅助决策；  3. 应实现仓储和配送可视化管理，生产计划实现动态模拟拣货需求；  4. 应基于生产线实际生产计划实时拉动物料配送；  5. 宜建立自动化仓库系统，实现自动化出入库，实现自动化无人配送；  6. 应根据状态实时数据进行趋势预测，结合知识库自动给出纠正和预防措施；  7. 应实现生产、仓储配送、运输管理多系统的集成优化；  8. 应支持特殊作业场景下快速识别分析，通过车辆定位、电子围栏和视频监控联动，对 车辆进入周界、厂区进行路线引导和违规抓拍；  9. 能够实现配送运输全程信息跟踪，对轨迹异常进行报警；  10. 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。 | 1. 应基于实际生产实现全流程自主实时分拣和自动化无人配送；  2. 应运用大数据和云计算技术实现与计划和排产、生产作业、供应链集成优化，实现最优库存或即时供货；  3. 应基于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；  4. 应通过智能仪表、互联网、云计算和大数据技术，实现 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，实现无人 ；  5. 应基于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；  6. 应通过物联网和云计算数据模型分析，实现物、车、路、用户的最佳方案自主匹配； |
| 数字化生产 | 安全生产 | 1.建立基本的安全生产管理制度、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。  2.安全数据主要通过纸质记录或简单电子文档进行管理，缺乏系统性和实时性。  3.定期对员工进行安全生产基础知识和技能的培训，但培训方式和效果评估较为传统。  4.初步考虑有色金属冶炼行业的特殊安全要求，如高温、高压、有毒有害物质处理等，但尚未形成系统化的解决方案。 | 1.在关键作业区域（如熔炼炉、电解车间）引入安全监控摄像头、温度压力传感器等，实现安全参数的实时监测。  2.针对特定作业场景（如高空作业、有限空间作业）制定详细的安全作业指导书，并通过现场标识、警示系统等方式加强管控。  3.开始使用简单的信息系统记录和分析安全数据，如事故统计、隐患排查等，但数据共享和分析能力有限。  4.根据有色金属冶炼行业的安全风险特点，制定针对性的安全管理措施和应急预案。 | 1.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。  2.安全生产管理系统（如HSE系统）与MES、ERP等系统深度集成，实现数据共享和业务协同。  3.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。  4.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。 | 1.基于云平台部署安全生产管理系统，实现跨地域、多工厂的安全数据集中管理和分析。  2.建立应急指挥平台，实现紧急情况下的快速响应和协同处置。  3.通过物联网、智能穿戴设备等技术，实现人机物环境的全面监控和智能化管控。  4.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。 | 1.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。  2.成为有色金属冶炼行业安全管理的标杆，参与或主导制定行业标准，推动行业安全水平整体提升。  3.利用AI技术提供智能化的安全决策支持，如风险评估模型、应急预案优化等。  4.将安全生产融入企业可持续发展战略，推动绿色生产、节能减排等环保措施的实施，提升企业社会形象和品牌价值。 |
| 环保管理 | 1.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，确保初步符合环保法规要求。  2.环保数据主要通过纸质记录或简单的电子表格进行管理，缺乏系统性和实时性。  3.对员工进行基本的环保意识和操作培训，但培训内容和方式较为基础。  4.开始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，但管理措施尚不完善。 | 1.在关键环保设施（如废气处理系统、污水处理站）引入自动化监控设备，实现环境参数的实时监测和记录。  2.针对特定环保场景（如废气排放口、噪音源）制定详细的管理措施和应急预案，提高应对突发环境事件的能力。  3.开始使用基本的数据分析工具对环保数据进行初步处理和分析，识别潜在的环境风险。  4.根据有色金属冶炼行业的环保要求，优化环保设施和工艺，减少污染物排放。 | 1.实现环保管理全流程的数字化，包括环境监控、数据采集、分析、报告等环节。  2.环保管理系统与MES、ERP等系统集成，实现环保数据的实时共享和业务协同。  3.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境影响，指导产品设计和生产决策。  4.建立全面的环境风险管理体系，对生产过程中的环境风险进行动态识别、评估和控制。 | 1.基于云平台部署环保管理系统，实现跨地域、多工厂的环境数据集中管理和分析。  2.利用物联网、大数据分析等技术实时监控环境参数，识别环境改进机会，优化生产流程和环保措施。  3.建立废物分类、收集和处理系统，并探索废物循环利用和回收途径，提高资源利用率。  4.优化供应链，选择环保材料和供应商，实施可持续包装和运输解决方案，减少供应链中的环境影响。 | 1.构建涵盖供应商、客户、政府机构等多方参与的环保生态系统，实现环保管理的全面协同和资源共享。  2.成为有色金属冶炼行业环保管理的标杆，参与或主导制定行业标准，推动行业环保水平整体提升。  3.利用AI、机器学习等技术提供智能化的环保决策支持，如环境风险评估模型、排放优化算法等。  4.将环保管理融入企业可持续发展战略，推动绿色生产、节能减排等环保措施的实施，提升企业社会形象和品牌价值。同时，积极参与社会公益活动，履行企业社会责任。 |
| 能源管理 | 1.建立基本的能源管理规范和制度，确保符合环保法规。  2.建立能源管理制度与规范。  3.部署基本的能耗监测设备，如电表、流量计等，记录基本能耗数据。  4.  初步识别生产过程中的高能耗风险，制定基本的应对措施。 | 1.在特定场景下优化能源使用，提升能效。  2.部署智能电表、传感器等，实现能源消耗的实时跟踪和监测。  3.  初步应用数据分析技术，识别高能耗设备和环节，提出初步的优化建议。  5.针对特定生产场景，进行工艺优化和设备升级，减少能源消耗。 | 1.在整个生产领域内实现能源管理的系统化和精细化。  2.采用智能EMS，集成生产管理系统，实现能源使用的精细化控制。  3.应用高级数据分析技术，全面识别能源浪费环节，制定详细的能效提升计划。  4.实现生产设备之间的互联与自动化，优化生产流程，减少无效能耗。  5.基于生产需求和能源指标，制定能源使用计划，进行能耗对标分析。 | 1.构建能源管理平台，实现数据的集中管理和优化决策。  2.建立能源管理数字化平台，集成各类能源监测、分析和管理功能。  3.利用大数据和AI技术，进行深度能效分析和预测，优化能源分配和使用。  4.构建企业内部能源管理网络，实现数据的实时传输和共享。  5.实现能耗数据的在线监测和实时反馈，为管理决策提供即时依据。 | 1.形成能源管理的生态系统，推动行业可持续发展。  2.与上下游企业、行业协会、科研机构等建立合作关系，共同推动能源管理技术的发展和应用。  3.构建绿色供应链，推动供应商和合作伙伴在能源管理方面的协同优化。  4.实施全面的碳足迹管理，包括碳排放核算、减排目标设定和减排措施实施。  5.将能源管理纳入企业可持续发展战略，推动企业在经济、社会和环境三方面实现协调发展。 |
| 生产协同 | 1.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。  2.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。  3.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。  4.建立定期会议、报告制度等初步沟通机制，促进信息共享和问题解决。 | 1.在特定生产场景下优化协同效率，提升响应速度。  2.引入生产计划与调度协同系统，初步实现生产计划与调度系统的数据对接，提高计划的准确性和及时性。  3.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。  4.实施设备状态监控系统，初步实现设备状态的实时共享，为设备管理与维护提供数据支持。 | 1.在整个生产领域内实现全面协同，提升整体效率。  2.建立覆盖生产全过程的全面协同机制，包括研发、设计、中试、生产、供应链等环节的紧密协作。  3.基于设备状态数据和历史维护记录，建立智能维护计划协同机制，确保维护工作的准确性和及时性。  4.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。  5.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。 | 1.构建统一的生产协同平台，实现数据集成和智能决策。  2.建立统一的生产协同平台，集成生产计划、设备管理、质量控制等功能模块，实现数据的集中管理和共享。  3.引入智能调度算法，基于实时生产数据和预测模型，自动调整生产计划，提高调度效率。  4.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。  5.利用平台积累的数据，进行数据挖掘和分析，为管理层提供数据驱动的决策支持。 | 1.形成生产协同的生态系统，推动行业创新发展。  2.建立与上下游企业、行业协会、科研机构等的协同网络，共享生产协同经验和资源。  3.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。  4.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。  5.将生产协同纳入企业可持续发展战略，推动绿色生产、节能减排等环保措施的实施，实现经济、社会和环境的协调发展。 |
| 数字化服务 | 服务产品 | 1.建立服务产品数字化的基本规范和流程，为后续发展奠定基础。  2.将部分传统服务产品（如技术咨询、产品培训等）初步数字化，通过简单的在线文档或视频形式提供。  3.引入基础的CRM系统，开始收集客户基本信息和互动数据，但尚未形成深度分析和应用。  4.制定并执行标准化的服务流程，确保服务质量和效率的基本可控。 | 1. 应根据客户需求，开发定制化的在线咨询服务、技术培训平台等，提高服务的针对性和互动性。  2.建立自助服务门户，提供基本的查询、预约等功能，减轻客服压力，提升客户自助服务能力。  3.应采用信息技术手段对产品制造关键过程和过程质量进行管理、以及问题信息进行统计分析，并把统计结果反馈给相关的设计、生产部门，进行产品优化；  4.应建立产品问题及其成因、干扰因素、关联因素、处置和解决方案知识库，服务人员可根据手册进行使用或者维修保养。 | 1.在冶炼行业内形成具有竞争力的服务产品体系，实现服务创新与差异化。  2.应建立产品服务管理信息系统，可通过云平台或移动客户端提供产品服务和运维指导；  3.应建立产品服务跟踪信息化处理手段，实现产品服务进度和质量的追踪。  4.产品服务系统应有产品使用信息管理、缺陷管理、产品改善计划和执行管理等功能，并与产品研发设计、生产等系统集成；  5.将更多服务产品（如技术支持、故障诊断等）全面数字化，并通过移动应用、聊天机器人等多渠道提供。  6.基于客户数据分析和行为预测，设计个性化的服务流程和产品，提升客户满意度和忠诚度。  7.建立服务创新团队或机制，定期评估市场需求和技术趋势，探索新的服务模式和产品。 | 1. 应基于产品服务、产品技术、产品应用方面的知识库，建立产品服务云平台，实现远程在线服务、产品应用支持；  2. 应基于大数据、云服务、AR/VR等技术手段，建立产品服务、产品应用数据分析模型和虚拟现实服务模式，实现精准产品服务和支持；  3.加大对服务研发的投入，结合有色金属冶炼行业的特殊需求，开发具有行业特色的服务产品。 | 1. 应基于大数据和人工智能，通过智能客服机器人实现自然语言交互，并通过多维度的数据挖掘、机器学习，实现产品服务的自学习、自优化；  2与上下游企业、科研机构、行业协会等建立紧密的合作关系，共同构建服务产品生态系统。  3.建立开放的服务创新平台，吸引外部创新资源参与服务产品的研发和改进。  4.积极参与或主导行业服务标准的制定，推动行业服务水平的提升和规范化发展。  5.将服务产品的开发与企业的可持续发展战略相结合，注重环保、节能和社会责任等方面的考虑，推动行业绿色发展。 |
|  | 服务能力 | 1. 建立规范化客户服务制度；  2. 应对客户服务及信息进行统计，并反馈给设计、生产、销售部门；  3. 应及时响应和处理客户反应的问题和需求，不断提高和改善服务体验。 | 1. 建立规范化服务体系，设立多种客户反馈渠道，建立厂家、客户关系互动机制，建立服务满意度评价制度，实现客户服务闭环管理；  2. 通过信息系统，实现客户关系及服务管理，具有客户管理、商机管理、报价管理等基础统计分析功能；具有对客户服务信息统计功能。 | 1. 应通过云平台或移动客户端等多种服务手段实时提供在线客服；  2. 应具备客户服务信息数据库及客户服务知识库，实现与客户关系管理系统的集成。  3应用自动化工作流技术，优化服务流程，减少人为错误，提高服务效率。  4深化服务知识库的内容，结合冶炼行业的特殊需求，建立行业专属的知识库和解决方案库。 | 1. 应实现面向客户的精细化知识管理，可通过移动客户端提供客户服务；  2. 应基于大数据、云服务、数据挖掘等技术手段，建立客户服务数据模型，对服务数据进行深度挖掘，为服务优化和决策提供支持。  3. 使用人工智能算法模型进行客户行业延伸分析，预测同类型客户机会。 | 1.与上下游企业、科研机构、行业协会等建立紧密的合作关系，共同构建服务能力生态系统，实现资源共享和优势互补。  2.建立开放的服务平台，吸引外部创新资源参与服务能力的开发和优化，推动技术创新和服务创新。  3.积极参与或主导冶炼行业服务标准的制定，推动行业服务能力的标准化和规范化发展，提升行业整体竞争力。  4.将服务能力的建设与企业的可持续发展战略相结合，注重环保、节能和社会责任等方面的考虑，推动冶炼行业的绿色发展和转型升级。 |
|  | 服务交付 | 1.开始搭建服务交付管理系统的框架，明确服务交付的流程、角色和职责，实现基本的流程跟踪和文档记录。  2.在产品和服务交付中，初步引入数字化手段，如电子文档、邮件通知等，但尚未形成系统化的数字化交付流程。  3.采用传统的服务交付模型，如项目制或合同制，开始探索灵活服务交付模型的可能性，但尚未形成具体的实施策略。 | 1.根据冶炼企业的实际需求，优化服务交付管理系统的功能，实现交付过程的自动化和标准化，提高交付效率和可追溯性。  2.深化数字化交付的应用，建立电子化的交付流程，包括订单处理、生产跟踪、物流监控等，确保交付信息的实时性和准确性。  3.根据市场变化和客户反馈，初步实践灵活的服务交付模型，如按需服务或基于项目的定制化服务，提升客户满意度。 | 1.利用大数据、人工智能等技术，对服务交付管理系统进行智能化升级，实现交付过程的智能预测、优化和调度。  2.根据客户需求和市场预测，制定智能生产计划，优化资源配置，提高生产效率。  3.为产品提供远程监控和诊断服务，及时发现并解决问题，提升客户满意度。  4.利用数据分析技术，对服务交付过程中的数据进行深度挖掘，为决策提供支持。  5.确保数字化交付过程中的数据安全和合规性，保护客户隐私和企业利益。  6.根据市场变化和客户需求，灵活调整服务交付模型，如推出订阅服务或基于使用的定价模型，增加服务灵活性和吸引力。 | 1.建立集服务交付管理、数字化交付、智能推荐等功能于一体的服务交付平台，实现服务资源的统一管理和高效调度。  2.与供应链上下游企业、技术提供商等建立合作关系，共同构建服务交付生态系统，3.实现资源共享和协同创新。  利用实时数据分析技术，对服务交付过程中的数据进行实时监控和分析，为决策提供即时支持。 | 1.与行业内外多家企业、研究机构等建立紧密的合作关系，形成完整的服务交付生态系统，实现资源的深度整合和优势互补。  2.在生态系统中探索创新的服务交付模式，如共享服务、跨界合作等，引领行业发展潮流。  3.将服务交付能力的提升与企业的可持续发展战略相结合，注重环保、节能和社会责任等方面的考虑，推动冶炼行业的绿色发展和转型升级。  4.积极参与或主导冶炼行业服务交付相关标准和规范的制定，推动行业服务交付能力的标准化和规范化发展。 |
|  | 服务运行 | 1.引入基础的监控工具，对关键服务和产品的性能指标进行监控，如响应时间、吞吐量等，但监控范围有限，响应速度较慢。  2.制定简单的服务产品维护计划，包括定期检查服务组件的健康状况，但尚未形成系统化的维护流程和标准。  3.开始实施基本的数据保护措施，如设置简单的访问控制，但尚未全面遵守数据保护法规和行业安全标准。  4.初步探索自动化故障检测的可能性，但尚未实现故障的自动处理和恢复，仍需大量人工干预。 | 1.根据冶炼企业的业务需求，优化监控工具的配置，扩大监控范围，提高监控数据的准确性和实时性，能够更快速地响应性能问题和客户需求。  2.制定详细的服务产品维护计划，包括定期检查、预防性维护和故障应急处理等内容，确保服务产品稳定运行。  3.建立全面的服务产品安全管理体系，确保服务产品运行遵守数据保护法规和行业安全标准，实施数据加密、访问控制和网络安全防护等措施。  4.利用人工智能和机器学习技术，初步实现故障的自动检测，减少人工检测的工作量，但故障处理仍需人工介入。 | 1.利用大数据和人工智能技术，对服务和产品的性能数据进行深度分析，预测潜在问题，提前采取措施，确保服务和产品的稳定运行。  2.通过数据分析，预测服务产品的故障趋势，实施预防性维护，减少故障发生，提高服务产品的可靠性和可用性。  3.采用先进的安全技术和策略，如零信任网络架构、持续安全监控等，确保服务产品免受网络攻击和数据泄露等安全威胁。  4.实现故障的自动检测和自动处理，包括自动定位故障源、自动触发应急响应和自动恢复服务等，减少对人工干预的依赖，提高故障处理效率。 | 1.建立集性能监控、维护管理、安全管理和自动化故障处理等功能于一体的服务运行管理平台，实现服务资源的统一管理和高效调度。  2.利用平台的数据分析能力，为运维决策提供智能化支持，如优化资源配置、预测服务需求等。  3.平台能够根据不同业务场景的需求，灵活调整服务运行策略和管理措施，确保服务运行的稳定性和高效性。 | 1.与供应链上下游企业、技术提供商等建立紧密的合作关系，共同构建服务运行生态系统，实现资源共享和协同创新。  2.积极参与或主导冶炼行业服务运行相关标准和规范的制定，推动行业服务运行能力的标准化和规范化发展。  3.将服务运行能力的提升与企业的可持续发展战略相结合，注重环保、节能和社会责任等方面的考虑，推动冶炼行业的绿色发展和转型升级。  4.在生态系统中探索创新的服务模式，如基于云的服务运行管理、智能化运维外包等，引领行业发展潮流。 |

表B.3 加工企业评分标准

| 序号 | 评估指标 | S1 | S2 | S3 | S4 | S5 |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 技术 | 技术创新（含研发管理） | 1.有色产品加工具有合理、符合市场预期、有建设性的产品设计研发技术体系和规划；  2.应根据理论或经验对产品设计进行推理验证。应根据用户需求，按照设计经验进行产品设计方案的策划；  3.应有较为齐备的产品研发装置和检测分析仪器仪表，有符合要求的研发监管措施和安全管控手段；  4.采用国家鼓励和推荐的先进产品工艺和方法，使用低碳低毒低害低残留低污染的原材料，研发设计符合国家鼓励和推荐的产品；  5.产品加工过程满足国家或地方政府对环保、安全的要求；  6.应有产品设计研发流程制度和操作流程制度、及其监管制度，以及完整的研发记录；  7.产品配方、加工方法等产品设计研发资料可以提供最为基础性的数字化格式存储和呈现，并具有较好的保密管理制度和手段。 | 1.具有完善的产品生命周期管理体系和制度，有完善的产品市场调研、市场分析组织，有健全的产品追踪溯源制度和管理体系，具有前瞻性的新产品研发设计规范；  2.采用新型材料和先进加工方法，进行落后或淘汰产品的迭代升级、产能置换，促进产品清洁化生产、降低能耗、节约材料成本、安全生产保障水平；  3.应通过产品设计管理软件实现产品设计数据或文档的结构化管理及数据共享，实现产品设计的流程、结构的统一管理，以及版本管理、权限控制、电子审批等；  4.应实现产品设计过程中不同专业或者组件之间的并行协同；  5.系统具有多级保密权限管理和安全管理流程制度。 | 1.应建立典型产品的标准库及典型产品设计知识库，在产品设计时进行匹配和引用；  2.应基于产品设计和工艺模型实现配方、工艺、性能等关键要素的设计仿真及迭代优化；  3.应建立产品设计与工艺设计的协同平台，通过工艺设计的介入与联动，实现产品设计与工艺设计间的信息交互、并行协同；  4.应建立具备良好自动化水平的中试系统。小试和中试、产品生产应符合批生产控制的要求，具备批次数据组织、存储、检索、统计能力。 | 1.应采用产品生命周期管理（PLM）信息化系统；  2.应建立中试系统与PLM系统的网络集成与信息自动化收集；  3.应将产品的设计信息、生产信息、检验信息、运维信息、销售信息、服务信息等集成于产品的三维数字化模型中，实现基于模型的产品数据归档和管理；  4.应构建完整的产品研发仿真分析平台，并对产品性能、工艺等进行仿真分析与迭代优化；  5.应通过产品设计、生产及支撑业务范围内的高度集成，实现设计、生产、检验、运维等业务之间的协同。  6.应基于产品需求、产品研发、生产等的综合工艺模型，建立产品全生命周期的业务模型，满足设计、生产、检验、运维、销售、服务等应用和协同需求； | 1.设计系统高度智能化，具有高水平的数据挖掘分析和预测专家系统；  2.应基于参数化、模块化设计，建立个性化定制服务平台，具备个性化定制的接口与能力；  3.应基于产品标准库和设计知识库的集成和应用，自动优化并实现产品智能设计；  4.应基于大数据、知识库建立产品设计云服务平台，进行产品设计周期动态管理，实现产品创新，实现服务信息与用户实时交互、协同。 |
| 数据 | 业务数据化 | 1.企业应在熔炼-保温-铸造-轧制（挤压）-拉拔-热处理-精整-包装等关键工序应用自动化设备，如AGV、智能天车、自动运输辊道等；  2.设施规划应考虑未来装备安装、使用、维保检修的要求。 | 1. 应在熔炼-保温-铸造-轧制（挤压）-拉拔-热处理-精整-包装主要工序应用数字化自动化设备实现安全生产控制；  2. 数字化自动化设备应具备标准通讯接口(如：RS232、RS485、工业以太网接口等)，并支持主流通讯协议（如：OPCDA/UA、MODBUS、DP、PN、TCP/IP等）；  3. 生产主要、重要设备，或过程控制与测量仪表装置等自身应具有过载、过速等保护能力；  4. 应建立生产保障设施，保障生产，如多回路/应急后备供电保障等。 | 1. 熔炼-保温-铸造-轧制（挤压）-拉拔-热处理-精整-包装主要工序应具备在线检测装备；  2. 自动化设备、数字化装备等应具备无纸化作业、系统集成控制、图形化编程等人机交互能力；  3. 应在主要熔炼-保温-铸造-轧制（挤压）-拉拔-热处理-精整-包装主要工序实现设备互联互通、联锁控制，实现设备联网和数据采集；  4. 生产设备、动力设备等具有远程监控和远程诊断功能，可实现故障报警统计与分析；  5. 应建立与设备管理系统的集成，实现设备运行、维保检修的信息化管理。 | 1. 熔炼-保温-铸造-轧制（挤压）-拉拔-热处理-精整-包装主要工序设备或系统装置应有较为完备的感知、检测传感能力，具备自检、自我报警和预警、预测性维护、数据上传等功能；  2. 应建立设备数字孪生模型，可实现数据采集、设备控制、设备仿真应用等；铸造机、轧机、挤压机等关键设备应具有远程监测和远程诊断功能；  3. 宜采用无人化的高水平自动化装置；轧辊辊系、传动减速箱、熔保炉等关键设备应具有预测性维护功能；  4. 应建立完备的安全防护设施，保障设备的安全运行；  5. 应基于设备管理系统，利用AI、大数据分析、边缘分析等技术工具、建立设备运行、维保检测的较高水平的自匹配优化管理和使用，保障设备运行利用效率。 | 1. 熔炼-保温-铸造-轧制（挤压）-拉拔-热处理-精整-包装主要工序设备数据模型、机理模型应支持自适应和定制化功能，实现工业知识沉淀，形成业务专家数据库。智能化装备或系统装置具有较好的自我管理、自保养、自修复能力；  2. 应基于智能化的设备管理系统，利用大数据和云计算等智能技术手段，建立设备运行、维保检测的预测分析、优化决策管理、一定水平的自动化修复维护等保障；  3. 应最大限度地使用智能化设备和智慧设施，实现智能型无人自动化条件下的柔性制造和管理能力。 |
| 数据业务化 | 1.能够根据熔炼-保温-铸造-轧制（挤压）-拉拔-热处理-精整-包装主要工序经验开展数据分析。 | 1.应基于信息系统数据和人工经验开展数据分析，满足特定范围的数据使用需求；  2.应实现数据及分析结果在部门内在线共享。 | 1.应建立统一的数据编码、数据交换格式和规则等，整合数据资源，支持跨部门的业务协调；  2.应实现重点环节数据及分析结果的跨部门在线共享。 | 1.应建立常用数据分析模型库，支持业务人员快速进行数据分析；  2.应采用大数据技术,应用各类型算法模型，预测制造环节状态，为制造活动提供优化建议和决策支持。 | 1.应将采集汇聚数据得到分析挖掘进行数字建模，在设计、生产、管理、服务等环节中有成熟的智能化应用；  2.应对数据分析模型实时优化，实现基于模型的精准执行。 |
| 数字化运营 | 数字化营销 | 1. 应建立销售管理规章制度体系；  2. 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），通过人工方式进行市场预测，制定销售计划；  3. 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；  4. 应对销售对象、销售情况进行必要的跟踪。 | 1. 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；  2. 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；  3. 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；  4. 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。 | 1. 应根据数据模型进行市场预测，生成销售计划；  2. 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；  3. 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，实现形成质量成因分析和质量改善建议。 | 1. 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；  2. 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；  3. 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。 | 1. 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；  2. 应实现产品从接单、答复交期、发货、回款全过程的智能管理。  3. 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；  4. 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； |
| 数字化供应链 | 1. 应根据产品、物料需求和库存等信息制定采购计划；  2. 应实现对采购订单、采购合同和供应商等信息管理；  3. 应建立供应商评价体系，并记录评价结果。 | 1. 应通过信息系统制定物料需求计划，生成采购计划，并管理和追踪采购执行全过程；  2. 应通过信息技术手段，实现供应商的寻源、评估、认可和优化；  3. 应建立信息化、可及时更新的采购与供应信息数据库，实现采购与供应的定期综合多维质量评估。 | 1. 应将采购、生产（维修）和仓储等信息系统集成，能自动生成采购需求计划，并实现流水、库存和单据的同步；  2. 应实现企业和供应商在采购计划与采购执行流程中的信息共享；  3. 应建立包含质量、技术、响应、交付、成本等要素的供应商评价系统，对供应商能力进行量化评价。 | 1. 可通过数据模型优化供应商评价和选择；  2. 通过与上游供应商的销售系统集成，实现协同供应链；  3. 通过财务、生产管理与运营、仓储等多系统集成，建立基于优化模型/大数据分析的基本自动化的采购分析与计划系统性应用。 | 1. 应通过大数据、云计算、机器学习等技术自优化供应商管理、原材料供应链管理；  2. 应实现企业与供应商在设计、 生产、质量、库存、物流的自动协同，并实时监控采购环节的风险及变化，做出智能决策；  3. 基于云平台的市场综合情报数据收集和挖掘的策略分析手段，实现智能化采购决策分析。 |
| 数字化生产 | 产品设计 | 1.应根据用户需求，按照经验进行产品设计方案的策划；  2.应基于计算机辅助开展有色金属产品设计；  3.应制定产品设计过程相关规范，并有效执行。 | 1.应通过产品数据管理系统实现产品设计数据化、文档结构化，实现产品设计的流程、结构的统一管理，以及版本管理、权限控制、电子审批等。 | 1.应建立典型有色金属合金产品标准库、生产工艺及设计知识库，在产品设计时进行匹配和引用。  2.应实现产品设计与工艺设计之间的信息交互、并行协同。 | 1.应基于有色金属合金产品组的标准库、产品知识库的集成和应用，实现产品设计参数化、模块化；  2.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；  3.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。  4.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。 | 1.应基于产品参数化、模块化设计，建立产品个性化定制平台，具备个性化定制的接口和能力；  2.应基于产品标准库和设计知识库的集成和应用，实现产品的高效设计； |
| 工艺设计 | 1.应基于计算机辅助开展有色金属类产品设计；应制定工业设计过程相关规范，并有效执行，应基于产品设计数据开展工业设计和优化，工艺路线应采用国家鼓励和推荐的先进技术和工艺及装备；  2.应满足国家或地方政府对环保、安全的要求；建立了明确的设计管理和质量控制体系，有明确的设计流程管理措施，有明确的专业协作制度；  3.工艺、布置、设备布置合理，充分满足生产和操作的功能保障；  4.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；  5.应基于设计经验，进行计算机辅助工艺规划及工艺设计；  6.应根据理论或经验对工艺设计进行推理验证；  7.应实现图纸规范化、标准化。 | 1.有清晰完善的设计管理、质量控制、合规性检查控制体系，有完善的各专业设计流程管理制度；  2.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；应基于典型产品或特征建立工艺模板，实现熔炼、铸造、轧制、挤压、热处理等关键工艺设计信息的重用；  3.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；  4.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；  5.应采用工艺新方法和新技术手段进行生产系统效率和性能的提升；  6.设计合理，设计图纸应完善准确，能有效保障指导施工。 | 1.具有数字化的设计工具体系；应建立典型有色金属合金产品组的标准库及设计知识库，在产品设计使进行匹配和引用；  2.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；  3.应建立有色金属熔炼、铸造、轧制、挤压、热处理等典型制造工艺流程、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；应基于数字化模型实现铸造、轧制、挤压、退火、淬火等制造工艺关键环节的仿真分析及迭代优化；  4.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；  5.应实现设计平台与其他诸如建筑、设备等设计平台间关联信息的融合共享；  6.设计系统应具有一定的优化设计能力。  7.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； | 1.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；应基于有色金属合金产品组的标准库、产品知识库的集成和应用，实现产品设计参数化、模块化；  2.应将知识库与工艺设计系统集成，优化工艺、设备布置、管线、电气、控制等设计、资源配置与计算；  3.设计系统具有良好的设计自治能力，能与专家系统和模型库形成数据反馈和数据优化决策迭代；  4.具备高水平的数字化系统协同设计能力，数据高度共享；  5.采用全数字化设计，提供虚拟现实的模拟工厂设计呈现，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。  6.应实现多专业多站点数字化协同设计。  7.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； | 1.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。  2.应基于迭代知识库实现辅助工艺创新推理及在线自主优化；  3.应可实现工厂建设的数字化孪生虚拟现实工厂呈现，实现虚拟化制造效果呈现；  4.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。 |
| 计划调度 | 1. 应基于销售订单和销售预测等信息，编制主生产计划；  2.应基于主生产计划进行调度排产，编制详细生产作业计划。 | 1. 应建立信息系统，基于生产数量、交期、原材料库存供给等约束条件自动生成主生产计划；  2. 应基于安全库存、采购提前期、生产提前期等制约要素来实现物料需求计划的运算；  3. 应基于约束理论的资源和有限产能算法开展排产调度，并自动生成详细生产作业计划。 | 1. 实现基于数字化系统的安全库存、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，形成最优的详细生产作业计划；  2. 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），并支持人工方法对异常的调整；  3. 实现制造执行的批次工单管理和工单监控，实现在线应急计划的调度和排程生产。 | 1. 基于协同透明的生产过程数据、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，处理生产过程中的波动和风险，实现优化的排产；  2. 应建立基于云服务的跨平台高级智能排程信息化应用，实现销售合同到生产计划、计划到生产规划部署的信息处理与资源调度自动化；  3. 应建立本系统云服务与制造执行及其生产控制系统的高度集成能力，实现基于智能排程的自动化生产。 | 1. 应建立基于智能算法并融合人工智能动态调整算法的新一代高级计划与高级排产系统；  2. 应用大数据和人工智能，持续优化生产调度算法，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；  3. 应建立基于智能化新技术（诸如神经网络、区块链、边缘计算等）的计划调度资源自动化综合分析决策系统能力。 |
| 生产作业 | 1. 企业应在液体输送 、固体物料自动化输送、分散搅拌、研磨、调整兑稀、配料等关键、重要工序应用自动化装置或系统；  2. 应有生产作业相关的标准化指导文件；  3. 应采集和记录生产过程中关键件、关键工艺信息以及过程信息；  8. 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； | 1. 应通过信息技术手段传输生产相关的生产工艺文件、作业指导书、配方等图文资料到各生产单元；  2. 规模化固定线生产系统数据采集点大于80%，拉缸式、移动型小批量生产系统数据采集点大于70%；  5. 应实现生产过程关键物料、设备、人员等资源的数据采集，并上传到信息系统；  6.应集成关键过程或工序的数字化质量管理手段，实现产品过程质量的信息处理、报警和诊断； | 1. 液体输送自动化覆盖率大于80%，固体物料自动化输送控制覆盖率大于50%；  2. 规模化固定线生产系统数据采集点大于95%，拉缸式、移动型小批量生产系统数据采集点大于60%；  3. 应基于标准作业流程（SOP）建立生产工艺配方数据库，实现物料、工艺方法、工艺参数的集成管理和量化执行；  4. 应建立基于制造执行管理、生产控制组织和生产作业执行的融合系统，实现制造管理和生产作业的管控一体；  5. 应集成生产作业与排程、资源管理、质量管理、工艺路线等关键业务数据，能并行实时可视化展示和信息化生产协同；  6. 应在关键工位实现电子防呆防错管理；  7. 生产控制系统应具备无纸化作业、生产任务在线调整、过程质量控制、生产任务模拟验证、产单任务监控、可视化图形化生产数据展示等人机交互能力；  8. 应实现环保数据的全面采集，实时监控及报警，并开展可视化分析。信息化系统覆盖从清洁生产到末端治理的全过程； | 1. 应实现生产作业全过程数据的自动采集与在线分析，并能结合历史工业数据库优化生产作业工艺、工艺控制参数、设备和能源利用效率等；  2. 应实时收集产品原料、生产过程、客户使用的质量信息，实现产品质量的精确追溯，并通过数据分析和知识库的运用，进行产品的缺陷分析，提出改善方案；  3. 生产控制系统应与制造执行管理、WMS、QMS、PLM等管理系统实现融合，实现制造管理和生产控制的综合集成和数据共享,实现材料供给保障、设备运行控制、生产管理、质量控制等的自动化协同控制；  4.控制系统应实时收集产品原料使用、生产过程状态、过程质量控制等的生产质量信息，提供给上级系统以实现产品质量的精确追溯，并通过数据分析和知识库的运用，进行产品的缺陷分析，提出改善方案；  6. 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；  7. 应基于生产系统数字孪生模型、设备运行故障数据库，采用图像识别分析技术、物理感知技术、传感检测技术，利用数据建模和数据分析建立分析模型，实现生产过程中的警情和灾害识别和处置； | 1. 宜基于云计算和大数据技术实现快速配方定义、产线、设备、工艺过程切换，满足高度柔性化、个性化生产的需求。建立基于虚拟现实的人机协同智能化；  2. 应基于云服务、工业大数据挖掘与分析技术、机器学习技术等，实现生产过程中异常情况的智能决策分析、预警和智能优化调整；  3. 应实时收集产品全生命周期的质量信息，形成全过程产品质量履历；  4. 应基于大数据分析，进行产品质量异常预测，并自动修复和调校相关的生产工艺参数；  5. 生产控制系统应具备配合上级系统基于云计算和大数据技术实现快速配方、产线、设备、工艺过程切换，满足高度柔性化、个性化生产的需求；  6. 应实时收集产品全生命周期的生产过程质量信息；  7. 应通过大数据、云计算、机器学习等技术实现优化自适应控制、自决控制策略等；  8. 应综合应用知识库及大数据分析技术，实现生产安全一体化管理；  9. 应实现生产、设备等数据的全面实时监控，应用数据分析模型，预测生产排放并自动提供生产优化方案并予以执行； |
| 质量管控 | 1.应建立完善的质量管理体系；  2.应制定质量管控相关规定并规范执行。 | 1.应建立产品生产制造记录规范并有效执行，记录产品制品过程中的关键信息，如时间地点、生产批次、操作员、设备使用情况等；质量控制数据记录，包括检测结果、检验标准、质量指标等；  2.应建立质量管理信息化系统，实现对质量制度管理、流程、质量跟踪、质量检查、质量控制的信息化管理；  3.应建立原材料、半成品、产成品质量指标量化标准体系数据库。 | 1.应建立与生产控制系统的信息化集成，实现批次生产过程中原材料、半成品、产成品质量信息数据采集。  2. 应通过检化验设备及质量管理系统的集成，实现关键工序质量在线检测和在线分析，自动对检验结果判断和报警，实现检测数据共享，并建立质量问题专家库  3.应使用 RFID、二维码、标识解折等技术，实现产品的唯一标识， | 1.应建立出入库、生产使用、成品制成等环节的过程质量检验数据信息链采集组织，实现产品质量溯源过程中半成品转移等关键点追溯能力；  2.应建立在线质量数据库，基于迭代分析模型实现 原材料、半成品、产成品质量指标的可视化展示。  3. 应基于在线监测的质量数据和生产过程质量控制，建立质量数据算法模型预测生产过程异常，并实时预警； | 1.应建立数据挖掘模型，实现 原材料、半成品、产成品质量指标的量化分析，实现质量改善的综合分析指导；  2.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； |
| 设备管理 | 1. 应建立铸造机、轧机、挤压机等关键设备管理制度、设备台账；  2. 应建立设备维保制度，实现定期设备检修、保养；  3. 应建立设备及其零部件备品备件制度，建立合理的备品备件储备；  4. 应通过人工或手持仪器开展设备常态化定期点巡检、辅助数据检测，及时发现设备异常，并依据人工经验实现检修维护过程管理和故障消除。 | 1. 应建立铸造机、轧机、挤压机等关键设备管理、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对设备设施维护保养的预警，形成预防性维护计划；  2. 应采用预防性设备管理技术，制定设备维护周期；  3. 应采用设备管理系统实现设备点巡检、润滑作业等日常维护工作的标准化。 | 1. 应建立信息化设备故障知识库，实现检修维护知识管理和利用；  2. 应建立与企业资源管理系统、生产控制系统的网路化集成和数据共享，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；  3. 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；  4. 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。 | 1. 应建立设备数字孪生模型，采用图像识别分析技术、物理感知技术、传感检测技术，实现数据采集和远程维护；  2. 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；  3. 应建立设备运行故障数据库，利用数据建模和数据分析、建立预测性分析模型，实现设备趋势分析；  4. 应基于设备状态的预测性分析，自动形成设备状态、维护计划、备件计划、检修标准等环节间匹配的检修维护策略优化，并实现具有预测性维护功能的设备运维生命周期管理。 | 1. 应采用工业大数据和云计算、机器学习、数据挖掘、神经网络等先进技术手段，实现设备状态预测模型的自学习、自适应维修保养功能；  2. 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大化；  3. 应建立设备数字孪生模型，采用图像识别分析技术、物理感知技术、传感检测技术，实现数据采集和远程维护。 |
| 仓储配送 | 1. 应建立仓储管理制度，建立仓库管理台账，基于管理分类和认证规范实现仓储合理管理；  2. 应制定仓储管理规范，实现出入库、盘点和安全库存管理；  3. 应建立严格的防火、防潮、防水、防爆等管理制度和措施，建立严格操作流程，严格遵照相关标准规范和管理制度要求进行危险品的搬运、转运、储存保管、分配分装；  4. 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；  5.应基于生产计划制确定配送计划，实现原材料和中间产品定时定量配送；  6. 应建立物流管理规章制度体系；  7. 应根据运输订单和经验，制定运输计划并配置调度；  8. 应对车辆和驾驶员进行统一管理。对物流信息进行必要跟踪。 | 1. 应基于条码、二维码、无线射频识别（RFID）等标识技术，实现货物的自动和半自动出入库管理；  2. 应建立仓储信息化管理系统，实现货物库位分配、出入库和移库等管理；  3. 应基于生产单元物料消耗情况发起配送请求，并提示及时配送；  4. 涉及 的存储，应建立符合标准规范要求的安全仪表系统、气体检测、降温和消防设施等，建立 安全与应急防护体系；  5. 应实现物料的自动化输送控制；  6. 涉及的储存仓房，应建立符合标准规范要求的照明、通风、监测、消防等设施，应按照标准规范要求进行储存保管；  7. 应通过运输管理系统实现订单、运输计划、调度等合理管理；  8. 应通过电话、短信等形式反馈配送运输关键节点信息给管理人员；  9. 应通过信息系统，实现运力资源管理。 | 1. 应基于数字化仓储设备和信息系统集成，根据实际生产计划实现无人或少人化自动出入库管理；  2. 应采用射频遥控数据终端、声控或按灯拣货等手段进行入库和拣货；  3. 应将数字化设备与配送人员和信息系统集成，实现物品的及时配送；  4. 应基于工业无线网，通过无线传感器，将 相关信息自动采集至管理系统，对状态进行实时监测，状态异常时可自动报警，避免事故发生；  5. 应建立的安全监测防护、消防系统的信息化集成，实现数据共享和系统应急联动处理；  6. 应基于仓储管理系统和运输管理系统的集成，实现自动出入库管理；  7. 应实现配送运输关键节点信息跟踪，并通过信息系统将信息反馈给客户；  8. 应通过运输管理系统实现拼单、拆单等功能；  9. 应具备自动过磅、进出厂自助服务功能。 | 1. 应基于仓储配送系统与运输管理系统、企业资源管理系统、供应链管理系统和制造执行系统等集成，形成仓储模型和配送模型，实现最小库存和方便快捷配送；  2. 宜建立基于历史数据、市场预测和产品计划的仓库储备预测优化分析系统，实现库存优化辅助决策；  3. 应实现仓储和配送可视化管理，生产计划实现动态模拟拣货需求；  4. 应基于生产线实际生产计划实时拉动物料配送；  5. 宜建立自动化仓库系统，实现自动化出入库，实现自动化无人配送；  6. 应根据 等状态实时数据进行趋势预测，结合知识库自动给出纠正和预防措施；  7. 应实现生产、仓储配送（ 运输）、运输管理多系统的集成优化；  8. 应支持特殊作业场景下快速识别分析，通过车辆定位、电子围栏和视频监控联动，对 车辆进入周界、厂区进行路线引导和违规抓拍；  9. 能够实现配送运输全程信息跟踪，对轨迹异常进行报警；  10. 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。 | 1. 应基于实际生产实现全流程自主实时分拣和自动化无人配送；  2. 应运用大数据和云计算技术实现与计划和排产、生产作业、供应链集成优化，实现最优库存或即时供货；  3. 应基于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；  4. 应通过智能仪表、互联网、云计算和大数据技术，实现自动优化控制、警情预测与分析决策、应急自治处理与综合治理等，实现无人值守；  5. 应基于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；  6. 应通过物联网和云计算数据模型分析，实现物、车、路、用户的最佳方案自主匹配；  7. 应基于地球物理信息环境系统、结合环境、气候、人文、地域政治战争形势等，开展物流预测分析与决策。 |
| 数字化生产 | 安全生产 | 1.企业应在重要、危险生产环节使用安全仪表系统；  甲类生产区域必须采用符合规范要求的电气控制产品。  2.应建立企业安全、健康管理机制，具备安全操作规程；  3. 企业建设、生产过程需遵守国家和地方相关安全方面标准规范、政策的要求；  4.应具备符合要求的安全防护手段和装备、器具、用具，满足设备、人员、生产等的安全防护要求；  5.应定期检查安全设施、设备、防护用品，定期维护保养，避免失效、损坏、故障、过期等；  6.应建立灾害和突发事件的应急处理机制，具有充分的应急处理预案和响应机制，建立有应急处理队伍，定期开展培训和演练；  7.应制定并落实工业信息安全管理机制。 | 1.应实现主要生产环节的自动化生产，实现核心要素的管理和监控、生产作业安全；  2.应采用基于工业互联网的生产控制系统，覆盖生产主要环节和工序，具备生产监控、生产作业安全运行保障能力。生产控制系统应具备符合规范要求的控制能力；  3.应通过信息技术手段实现员工职业卫生健康和安全作业管理；  4.应通过信息技术手段实现对安全系统维护保养的预警，形成预防性的维护计划；  5.应采用信息技术手段实现安全管理的标准化、流程化，实现常态化的设备巡检、维保，保障系统正常运行；  6.应定期对关键工业控制系统开展工业信息安全风险评估；7.应配备企业信息系统和生产控制系统的信息安全保障设备和配置工具；  7.为保障信息安全，应建立信息使用等级授权制度，实现定期授权更新。 | 1.生产控制系统应实现基于SOP的批生产控制和生产流程自动化，实现全生产流程的设备控制、电子防呆防错、差错预防等，实现全流程的工艺生产批次化数据组织和采集；  2．应建立安全培训、风险管理等信息化知识库；在现场作业端应用定位跟踪等方法，强化现场安全管控；  3.宜建立应急指挥中心，基于知识库自动给出管理建议，完善应急预案，缩短突发事件应急响应时间；  4.宜基于消防系统、视频监控系统、气体检测、温湿度监控、安全仪表系统的系统化集成，建立应急处理联动控制，具备可视化、系统化警情监控功能；  5.应实现信息数据的安全存储备份。 | 1.应基于安全作业、风险管控、设备维修作业等数据的分析，实现危险源的较好自动化程度的多重信息动态识别、评审和治理；  2.应建立基于信息化系统的环保、安全等应急物资管理和采购供应储存保障体系；应具备主动型的环保与安全协同处理数字化指挥与响应体系；  3.应实现数据信息的自动灾难备份。 | 1.应基于人、机、物、环境感知、运输与生产过程的大数据关联分析、边缘计算等技术，建立既具边缘计算分析、又具云际多边协同的自决型环境和安全控制的能力；  2.应采用工业大数据和云计算、机器学习、数据挖掘、神经网络等先进技术手段，实现警情、灾害预测分析和预防性减灾处理决策，实现灾害预防处理。 |
| 环保管理 | 1.企业建设、生产过程需遵守国家和地方相关环保方面标准规范、政策的要求；  2.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；  3. 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 | 1.应建立环境监测、环保处理设施系统，实现自动化运行和监控，实现达标排放；  2.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；  3.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；  4.应通过信息技术手段实现对安全系统、环保系统维护保养的预警，形成预防性的维护计划； | 1.应实现环保数据的全面采集，实时监控及报警，并开展可视化分析。信息化系统覆盖从清洁生产到末端治理的全过程；  2. 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； | 1. 应建立基于信息化系统的环保应急物资管理和采购供应储存保障体系；应具备主动型的环保与安全协同处理数字化指挥与响应体系；  2.应建立实时自动监控系统或虚拟工厂，实现对重点污染物和特征污染物的实时监测，对无组织排放、违法排放和事故排放等行为进行有效预警，自动追溯污染源头；  3.应建立生产过程精细化管控、质量的全流程跟踪与追溯、工艺过程的虚拟仿真、全流程质量管理体系，实时采集工艺过程数据和检验设备数据、对原燃辅料、能源的在线监控、实时分析、动态调度； | 1. 应实现环保数据的全面实时监控，应用数据分析模型，预测生产排放并自动提供生产优化方案并予以执行； 2. 应采用工业大数据和云计算、机器学习、数据挖掘、神经网络、AI等先进技术手段，实现环保数据实时监测及数据分析、生产优化等。 |
| 能源管理 | 1.应建立能源管理制度，并有效执行；  2.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。 | 1.应建立能源管理系统，实现能源管理的信息化；  2.应通过SCADA系统对主要能源的产能、消耗点开展数据采集和计量；  3.应建立水电气等重点能源消耗的动态监控和计量；  4.应实现空压机、熔保炉、加热炉、退火炉、轧制、挤压、50KW以上的电机等高耗能设备、系统的动态实时监控；  5.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。 | 1.应对高耗能设备能耗数据进行统计与分析，制定合理的能耗评价指标；  2.应通过能源管理系统对能源输送、存储、转化、适用等进行各环节全面监控，进行能源适用和生产活动匹配，并实现能源调度；  3.应实现能源数据与其他系统数据共享，为业务管理和决策支持系统提供能源数据。 | 1.应建立节能模型，实现能流的精细化、可视化管理；  2.应建立基于采集和存储能源数据信息的能源优化模型，对耗能和产能调度提供优化策略和优化方案；  3.应根据能效评估结果及时对空压机、锅炉、工业窑炉等高耗能设备进行技术改造和更新；  4.应实现能源的动态预测和平衡，并指导生产；  5.宜建立融合实时能源数据的三维数字化管网，为工厂能源管线检修、改造升级提供支撑；  6.宜建立产品加工全过程能源消耗数据记录，形成工序级、产品级能源足迹、碳足迹。 | 1.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；  2.应利用人工智能和机器学习技术对能源市场价格波动进行分析、预测，动态调整生产计划；  3.充分结合太阳能、风能等清洁能源，提升降碳水平。 |
| 生产协同 | 1.应基于销售订单和销售预测等信息，编制主生产计划；  2.应基于主生产计划进行排产，形成详细生产作业计划并开展生产调度。 | 1.应通过信息系统，依据生产订单、工艺要求、生产能力等约束条件自动生成主生产计划；  2.应基于企业的安全库存、采购提前期、生产提前期等要素实现物料需求计划的运算；  3.应基于信息技术手段编制详细生产作业计划，基于人工经验开展生产调度。 | 1.应基于企业的销售订单、安全库存、物料信息、采购提前期、生产提前期、工艺路线、生产过程数据、设备能力等要素开展生产能力运算，自动生产有限能力主生产计划；  2.应基于约束理论的有限产能算法开展排产，自动生成详细生产作业计划；  3.应实时监控各生产环节的投入和产出进度，系统实现异常情况的自动报警，并支持人工对异常的调整。 | 1.应基于先进排产调度的算法模型，系统自动给出满足多种约束条件的优化排产方案，形成优化的详细生产作业计划；  2.应实时监控各生产要素，系统实现对异常情况的自决策和自优化。  3.应通过工业大数据分析，构建生产运行实时模型，提前处理生产过程的波动和风险，实现动态实时的生产排产和调度；  4.应通过统一平台，基于产能模型、供应商评价模型等，自动生成产业链上下游企业的生产作业计划，并支持企业间生产作业计划异常情况的联动调度。 | 1.应利用人工智能和优化算法，自动生成生产计划方案和调度方案，实施动态调整，以适应订单变化和生产过程中的意外情况；  2.应实施智能制造执行系统，实时监控生产过程，跟踪生产进度和质量。 |
| 数字化服务 | 服务产品 | 1. 应建立规范化产品服务制度，可提供产品使用与维修保养的指导服务；  2. 应建立企业质量管理规章制度体系；  3. 应建立产品制造过程记录规范，记录产品的过程质量关键点信息；  4. 应建立原材料、产成品出入库检验标准流程，实现原材料、产成品出入库数据记录；  5. 应建立生产过程质量控制流程、操作流程管理制度体系；  6. 应对产品质量信息进行统计，并反馈给设计、生产、销售部门；  7. 应按照企业发展、生产的需要定期更新、完善质量相关制度和流程。 | 1. 应建立质量管理的信息化系统，实现质量制度管理、流程、质量跟踪、质量检查、质量控制的信息化处理；  2. 企业应建立标准化的质量管理体系和认证，并定期提升；  3. 应采用信息技术手段对产品制造关键过程和过程质量进行管理、以及问题信息进行统计分析，并把统计结果反馈给相关的设计、生产部门，进行产品优化；  4. 应建立产品问题及其成因、干扰因素、关联因素、处置和解决方案知识库，服务人员可根据手册进行使用或者维修保养。 | 1. 质量检验项自动化判定率大于30%；  2. 应建立产品服务管理信息系统，可通过云平台或移动客户端提供产品服务和运维指导；  3. 应建立产品服务跟踪信息化处理手段，实现产品服务进度和质量的追踪。  4. 产品服务系统应有产品使用信息管理、缺陷管理、产品改善计划和执行管理等功能，并与产品研发设计、生产等系统集成；  5. 应利用信息共享，实现产品的供应链信息追溯，包括原材料来源、供应商信息。  6. 应建立与仓库管理系统、实验室管理系统、业务系统的网络化集成和数据共享。  7. 应建立原材料、半成品、产成品质量指标量化标准体系数据库；  8. 应建立与生产控制系统的信息化集成，实现批次化生产过程的质量控制信息数据采集，实现过程质量监管和质量控制。 | 1. 应基于产品服务、产品技术、产品应用方面的知识库，建立产品服务云平台，实现远程在线服务、产品应用支持；  2. 应基于大数据、云服务、AR/VR等技术手段，建立产品服务、产品应用数据分析模型和虚拟现实服务模式，实现精准产品服务和支持；  3. 应建立在线的质量数据库，基于质量迭代分析模型和数据挖掘，实现质量结果的量化指标分析、可视化展示，实现质量改善的综合分析指导。  4.应与产品全生命周期管理系统、产品研发管理系统集成，对产品缺陷、产生的新问题、产品应用等数据进行挖掘分析，实现产品性能优化与创新；  5. 应通过云平台，整合全球服务资源，实现协同服务； | 1. 应基于大数据和人工智能，通过智能客服机器人实现自然语言交互，并通过多维度的数据挖掘、机器学习，实现产品服务的自学习、自优化；  2. 应基于大数据、机器学习、智能分析等技术，实现质量量化分析的自我迭代优化；  3. 应建立材料知识库及综合分析系统，集成企业采购供应链系统，利用大数据、云计算、神经网络等手段，建立材料质量和成本预测分析决策系统；  4. 应集成企业销售与客户关系管理系统（CRM），利用大数据、云计算、神经网络等手段，建立产品质量追踪和效果成因分析决策系统，实现产品质量控制优化、质量提升、生产改进。 |
| 服务能力、交付及运行 | 服务能力 | 1. 建立规范化客户服务制度；  2. 应对客户服务及信息进行统计，并反馈给设计、生产、销售部门；  3. 应及时响应和处理客户反应的问题和需求，不断提高和改善服务体验。 | 1. 建立规范化服务体系，设立多种客户反馈渠道，建立厂家、客户关系互动机制，建立服务满意度评价制度，实现客户服务闭环管理；  2. 通过信息系统，实现客户关系及服务管理，具有客户管理、商机管理、报价管理等基础统计分析功能；具有对客户服务信息统计功能。 | 1. 应通过云平台或移动客户端等多种服务手段实时提供在线客服；  2. 应具备客户服务信息数据库及客户服务知识库，实现与客户关系管理系统的集成。 | 1. 应实现面向客户的精细化知识管理，可通过移动客户端提供客户服务；  2. 应基于大数据、云服务、数据挖掘等技术手段，建立客户服务数据模型，实现精准客服；  3. 使用人工智能算法模型进行客户行业延伸分析，预测同类型客户机会。 | 1. 应基于大数据和人工智能，通过智能客服机器人实现自然语言交互、智能客户管理，并通过多维度的数据挖掘、机器学习，进行自学习、自优化；  2. 应用基于大数据、神经元分析等技术手段，分析客户服务需求特征，实现客户服务需求的智能预测分析、个性化服务。 |
| 服务交付 | 1.应及时完成产品交付的信息统计工作。 | 1.通过信息系统，实现产品交付过程管中的数据统计功能和追溯能力。 | 1.通过信息系统，实现产品交付过程管中的数据分析功能。 | 1.使用人工智能算法优化产品交付过程，并对交付过程潜在的风险进行预警。 | 1.应用基于大数据、神经元分析等技术手段，分析客户服务需求特征，实现客户个性化服务。 |

参 考 文 献

1. GB/T 36073-2018 数据管理能力成熟度评估模型
2. GB/T 22239-2019 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
3. GB/T 39173-2020 智能制造 安全监测有效性评估方法
4. GB/T 39116-2020 智能制造能力成熟度模型
5. GB/T 39117-2020 智能制造能力成熟度评估方法
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）
10. 有色金属行业智能制造标准体系建设指南（2023版）
11. 《“十四五”原材料工业发展规划》
12. 工业和信息化部、国家发展和改革委员会、财政部、自然资源部、生态环境部、国务院国有资产监督管理委员会、国家市场监督管理总局、中国科学院、中国工程院.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，2024年1月16日
13. 有色金属行业智能加工工厂建设指南（试行）
14. 有色金属行业智能冶炼工厂建设指南（试行）
15. 有色金属行业智能矿山建设指南（试行）