ICS 77.120

CCS H 60

YS

中华人民共和国有色金属行业标准

YS/T XXXXX—XXXX

|  |
| --- |
|       |
|  |

有色金属加工智能工厂通用技术要求

General technical requirements for nonferrous industry intelligent processing plant

|  |
| --- |
|  |
| （审定稿） |
|  |
|  |

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

[1 范围 4](#_Toc178595211)

[2 规范性引用文件 4](#_Toc178595212)

[3 术语和定义 4](#_Toc178595213)

[3.1 4](#_Toc178595214)

[智能工厂 intelligent factory 5](#_Toc178595215)

[3.2 5](#_Toc178595216)

[数字化车间 digital workshop 5](#_Toc178595217)

[3.3 5](#_Toc178595218)

[智能物流 intelligent logistics 5](#_Toc178595219)

[3.4 5](#_Toc178595220)

[制造执行系统 manufacturing execution system 5](#_Toc178595221)

[3.5 5](#_Toc178595222)

[高级计划排产](#_Toc178595223)[advanced planning and scheduling 5](#_Toc178595223)

[3.6 6](#_Toc178595224)

[设备预测性维护 predictive maintenance of equipment 6](#_Toc178595225)

[3.7 6](#_Toc178595226)

[有色金属加工 6](#_Toc178595227)

[4 缩略语 6](#_Toc178595228)

[5 总则 7](#_Toc178595229)

[5.1 总体框架 7](#_Toc178595230)

[5.2 技术架构 7](#_Toc178595231)

[5.3 应用架构 8](#_Toc178595232)

[6 基本要求 8](#_Toc178595233)

[6.1 基础设施要求 8](#_Toc178595234)

[6.2 数字化要求 8](#_Toc178595235)

[6.3 智能化要求 9](#_Toc178595236)

[6.4 工业互联网平台要求 10](#_Toc178595237)

[6.5 组织建设要求 11](#_Toc178595238)

[6.6 运营维护要求 11](#_Toc178595239)

[6.7 标准体系要求 11](#_Toc178595240)

[6.8 安全体系要求 12](#_Toc178595241)

[7 智能设计 12](#_Toc178595242)

[7.1 产品设计 12](#_Toc178595243)

[7.2 工艺设计 12](#_Toc178595244)

[7.3 流程设计 12](#_Toc178595245)

[8 智能生产 12](#_Toc178595246)

[8.2 智能感知 12](#_Toc178595247)

[8.3 过程自动化 13](#_Toc178595248)

[8.4 计划与执行管理 14](#_Toc178595249)

[8.4.1订单与预测管理 14](#_Toc178595250)

[8.5 工艺管理 15](#_Toc178595251)

[8.5.1工艺标准化 15](#_Toc178595252)

[8.6 质量管理 15](#_Toc178595253)

[8.7 设备管理 17](#_Toc178595254)

[8.8 预警管理 18](#_Toc178595255)

[8.9 智能物流 18](#_Toc178595256)

[9 智能管理与服务 20](#_Toc178595257)

[9.1 智能管理 20](#_Toc178595258)

[9.2 智能服务 22](#_Toc178595259)

[10 智能管控中心 23](#_Toc178595261)

[10.1过程自动化驾驶舱 23](#_Toc178595262)

[10.2生产调度驾驶舱 23](#_Toc178595263)

[10.3质量管理驾驶舱 23](#_Toc178595264)

[10.4设备管理驾驶舱 23](#_Toc178595265)

[10.5物料管理驾驶舱 24](#_Toc178595266)

[10.6安环管理驾驶舱 24](#_Toc178595267)

[10.7能源管理驾驶舱 24](#_Toc178595268)

[10.8成本管理驾驶舱 24](#_Toc178595269)

[10.9供应链管理驾驶舱 24](#_Toc178595270)

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：中色科技股份有限公司、宁波金田铜业（集团）股份有限公司、新疆众和股份有限公司、中铝河南洛阳铝加工有限公司、安徽鑫科铜业有限公司、河南明泰铝业股份有限公司、西南铝业（集团）有限责任公司、中铝洛阳铜加工有限公司、洛阳龙鼎铝业有限公司、浙江海亮股份有限公司、中南大学、中铝瑞闽股份有限公司、东北轻合金有限责任公司、北京有色金属与稀土应用研究所有限公司、北方铜业股份有限公司、江西金品铜业科技有限公司、宁波长振铜业有限公司。

本文件主要起草人：陈春灿、张海珍、赵景申、吴瑞蕤、徐德刚、郭巍、赵炎、张俊杰、赵健、钱林、杨杰朋、秦璐、孙文、霍光辉、范金金、赵海洋、李云峰、周小斌、潘成双、魏连运、王光辉等

有色金属加工智能工厂通用技术要求

1. 范围

本文件规定了有色金属加工智能工厂的总则、基本要求、智能设计、智能生产及智能管理与服务。

本文件适用于有色金属加工智能工厂的规划、设计、建设、运营以及管理。

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 11457 信息技术软件工程术语

GB/T 18336 信息技术安全技术信息技术安全评估准则

GB/T 20269 信息安全技术信息系统安全管理要求

GB/T 20270 信息安全技术网络基础安全技术要求

GB/T 20271 信息安全技术信息系统通用安全技术要求

GB/T 22239 信息安全技术信息系统安全等级保护基本要求

GB/T 23000 信息化和工业化整合管理体系

GB/T 25486-2010 网络化制造技术术语

GB/T 26802 工业控制计算机系统通用安全规范

GB/T 33009 工业自动化和控制系统网络安全

GB/T 35119 产品生命周期数据管理规范

GB/T 37393-2019 数字化车间 通用技术要求

GB/T 37942 生产过程质量控制、设备状态监控

GB/T 38129-2019 智能工厂 安全控制要求

GB/T 39116 智能制造能力成熟度模型

GB/T 39117 智能制造能力成熟度评估办法

GB/T 39474 基于云制造的智能工厂架构要求

GB/T 41255 智能工厂 通用技术要求

GB/T 50174 数据中心设计规范

Q/SBK005 计算机网络实时监控系统

1. 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

* 1.

智能工厂 intelligent factory

在数字化工厂的基础上，利用物联网技术和监控技术加强信息管理和服务，提高生产过程可控性、减少生产线人工干预，以及合理计划排程。同时集智能手段和智能系统等新兴技术于一体，构建高效、节能、绿色、环保、舒适的人性化工厂。

[来源：GB/T 38129—2019，3.1.1]

* 1.

数字化车间 digital workshop

以生产对象要求的工艺和设备为基础，以信息技术、自动化、测控技术等为手段，用数据连接车间不同单元，对生产运行过程进行规划、管理、诊断和优化的实施单元。

[来源：GB/T 37393-2019，3.3]

* 1.

智能物流 intelligent logistics

利用条形码、RFID码等物料标识和识别技术，传感器、机器视觉等物料跟踪和定位技术，通过信息化管理系统、网络通信平台，实现物料识别、调度、料位分配、运输的自动化、信息化、智能化的物流管控模式。

* 1.

制造执行系统 manufacturing execution system

生产活动管理系统，该系统能启动、指导、响应并向生产管理人员报告在线、实时生产活动的情况。这个系统辅助执行制造订单的活动。

[来源：GB/T 25486-2010,2.162]

* 1.

高级计划排产advanced planning and scheduling

基于供应链管理和约束理论的先进计划和排产工具,通过各种规则及需求约束包括班次、工时、工具、材料的可用性，可知/未知设备维护，当前负荷、能力等，自动产生的、可视的详细计划，能够快速响应客户变化的需求。

* 1.

设备预测性维护 predictive maintenance of equipment

基于过程数据、机理模型，预测可能的失效模式，为避免设备失效和生产的计划外中断而采取的维护性活动

* 1.

有色金属加工

通过对有色金属进行熔铸、铸轧、轧制、热处理、清洗、拉弯矫、分切、锻造、拉拔、挤压、涂色等方法实现有色金属材料具备特定性能的相关加工过程。

1. 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AGV：自动导引运输车（Automated Guided Vehicle）

APP: 应用程序（Application）

AR：增强现实 (Augmented Reality)

DevOps: 过程、方法与系统（Development and Operations）

EMS：能源管理系统（Energy Managing Systems）

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

IOT：物联网（The Internet of Things）

IT：信息技术（Information）

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

PaaS: 平台即服务（Platform as a Service）

RFID：射频识别技术（Radio Frequency Identification）

RGV：有轨制导车辆（Rail Guided Vehicle）

VR：虚拟现实(Virtual Reality)

1. 总则
	1. 总体框架

有色金属加工智能工厂是将新一代信息技术与先进制造技术深度融合，贯穿于设计、生产、管理、服务等制造活动的各个环节，做到横向、纵向和端到端的集成，具有自感知、自学习、自决策、自执行、自适应等功能的新型制造工厂。企业宜采用基于工业互联网的云、边、端构架，建立“平台协同运营、工厂智能生产”两个层面的业务管理控制系统，将企业大量基于传统IT架构的信息系统作为工业互联网平台的数据源，继续发挥系统剩余价值，同时逐步推进传统信息化业务云化部署，实现企业全流程的智能生产、供应链协同与服务模式创新。总体框架如图1所示。



图1 有色金属加工智能工厂总体框架

* 1. 技术架构

5.2.1 端：通过对生产设备进行智能化改造和成套智能装备的应用，实现全面感知和精准控制。

5.2.2 边：充分利用企业原有及新建控制系统数据，汇聚区域数据资源，实现边缘侧的数据分析与实时决策。

5.2.3 云：集成工业微服务、数据服务、应用开发与部署等功能，实现海量异构数据汇聚与建模分析、工业经验知识软件化与模块化、各类创新应用开发与运行。

* 1. 应用架构

5.3.1 智能设计：聚焦企业产品设计、工艺设计与流程设计层面，通过优化有色金属加工生产要素，利用数字设计、仿真优化、数据分析，实现企业创新价值驱动。

5.3.2 智能生产：聚焦企业生产制造层面，通过对实时生产数据的全面感知，对产品、工艺、设备、质量、物流等数据的分析，提升企业运行效率和协同管理水平。

5.3.3 智能管理与服务：聚焦企业经营管理层面，通过对采购、销售、客户、合同、安全、环境、能源、财务、成本、收入、利润、现金流等业务数据的全面集成和系统分析，协助企业快速、精准决策；聚焦供应链和产业层面，结合用户个性化需求、加工工艺的迭代优化、生产过程的数据分析，不断形成创新应用，实现供应链协同和资源优化配置。

1. 基本要求
	1. 基础设施要求

6.1.1 应建有相互连接的计算机网络、数控设备网络、生产物联／物流网络和工厂网络，从而实现所有资产数据在整个生命周期上价值流的自由流动，打通物理世界与网络世界的连接，实现基于网络的互联互通。

6.1.2 应整体规划部署企业控制网、生产网、办公网、视频网等网络，采用工业以太网、无线通信等技术实现不限于生产实时数据、多媒体信息和管理数据等的传输交互，优先保障控制网的通信畅通与冗余安全，实现主要办公区、重点作业区域网络全覆盖。

6.1.3 应对工业网络进行改造，鼓励有条件的企业开展IPv6、5G、NB-IoT等新型技术的规模化试验和应用部署。鼓励企业配备高系统容量、高传输速率、多容错机制、低延时的高性能网络设备，采用分布式工业控制网络，建设基于软件定义的敏捷网络，实现网络资源优化配置。

* 1. 数字化要求

应对工厂所有资产进行标准的数字化描述和数字化模型的建立，使所有资产都可在整个生命周期中被平台识别、交互、实施、验证和维护，同时能够实现数字化的虚拟产品开发和自动测试，以适应工厂内外部的不确定性（部门协调、客户需求、供应链变化等）。智能工厂数字化主要内容如下：

1. 生产装备的数字化：智能工厂的生产装备、检测仪表等需具备数字化感知能力、自我管理能力、通信能力，参数设定与显示具备人机交互能力；应建立装备数字化模型，具备开展基于三维仿真、模数驱动技术产品开发基础；
2. 生产管理的数字化：生产装备、工具、产品、原辅料等生产资源以及生产批次号、工单号、工艺单、质检单生产过程管理信息基于编码、可识别的对象信息或属性的数字化；
3. 生产过程的数字化：生产过程工艺参数、设备状态、产品状态、能源消耗、危废排放等信息的数字化。
	1. 智能化要求

应具有能够感知和存储外部信息的能力，即整个制造系统在各种辅助设备的帮助下可以自动地监控生产流程，并能够及时捕捉到产品在整个生命周期中的各种状态信息，对信息进行分析、计算、比较、判断与联想，实现感知、执行与控制决策的闭环。具体要求如下：

1. 生产装备智能化：应根据自身需求选用智能化装备，包括但不限于机器人、机械臂、AGV、RGV、

智能行车及其组合智能装备；应设计、选用基于新的检测技术、机器视觉、数字化、人工智能升级版的数字化、智能化生产装备；应设计选用绿色、节能、数字化、智能化的动力、公辅设备设施；

1. 生产过程控制智能化：企业应推进生产过程的数字化、智能化升级改造工作，逐步实现生产控

制基于实时数据和模型的自学习、自适应；

1. 生产管理智能化：应利用数据分析、机器学习等新技术开展基于生产工艺参数、设备状态、产品

状态、能源消耗、运营成本、生产安全、危废排放、环境状态等数据创新研究，推进企业生产管理及生产控制模型优化、迭代升级；

1. 设计智能化：应推进采用数据、人工智能等新技术开展产品设计开发、工艺设计优化、流程

优化升级等设计数字化、智能化工作；

1. 服务智能化：应推进基于互联网、数据等新技术支撑下的产品、客户服务，开展备件共享、

远程服务、协同创新、供应链协同等创新服务模式。

* 1. 工业互联网平台要求

建设色金属加工工厂应基于有色金属加工工业互联网平台架构技术，构建基于海量数据的采集、汇聚、分析和服务体系，推动互联网、工业数据、人工智能与实体经济深度融合发展，促进资源的泛在连接、弹性供给和优化配置。要求如下：

1. 平台建设应符合国家工业互联网平台体系结构规范和行业智能工厂建设指南总体结构要求；
2. 基础设施层应建设公有+私有的混合云基础架构，实现网络、计算、存储资源的池化管理，为平台用户提供弹性、经济、安全、可靠、高效的基础设施服务；
3. 平台层应建设应通用PaaS平台资源部署和管理、工业数据管理与服务、工业模型管理与服务、工业数据化工具、工业应用开发环境、人机交互支持等子项模块集群，子项模块集群中功能配置不低于或少于国家标准要求。

——数据平台应可一统多源异构数据,构建单源单版主数据，解决数据繁、杂、散的老、大、难问题；

——模型平台应可融合机理模型、数字算法模型等，以获取深度洞察，解决建模难、用模难和管模难问题；

——工业数据化工具应具备支持企业在设计、生产、管理、服务、数据分析等应用场景下快速建模、便捷部署、迭代升级等能力，可支持企业进行工艺质量优化、设备动态分析、安全预测分析等数据分析应用；

——建设统一的基于DevOps的应用开发环境，作为开发运维环境，支撑工业应用，将洞察转换为可执行的行动。

1. 应用层应建设设计APP、生产APP、管理APP、服务APP、数据分析APP、智慧厂区APP、远程

集控APP等应用模块子群，应用子项集群中功能建设可根据企业自身需求进行规划建设、逐步丰富。企业应逐步探索建立以下模型：

——人员安全行为识别：基于人工智能技术的图像视觉解决方案，人员安全主要涉及安全区管控、安全帽识别、动作捕捉、疲劳识别等；

——关键部件生命周期预测模型:利用机器学习的技术，通过关键部件生命特征的数据累积和特征标签档案建立，训练机器预测模型，并通过其他特征数据的验证优化；

——关键工序质量预测模型:分析工序质量影响因子群，列举影响因子特征，通过建立机理模型展示质量影响趋势，工序质量预测中包括常用的回归模型、混合回归模型以及深度学习等；

——各工序最优工艺模型:通过机台数据的分析，对机台的生产规格、机台效率、机台能耗、产品质量等因素的综合判定，通过回归分析、机器学习等手段实现最优工艺参数模型建立。

1. 建设面向信息安全防护，提供从云、企、端全方位的信息安全防护方案，实现数据安全、信息

安全和物理安全等保障安全自主可控。

* 1. 组织建设要求

6.5.1 企业应根据自身需求，制定企业数字化、智能化发展战略规划，做好顶层设计，建立企业数字化、智能化的职能部门，专项推进企业的数字化、智能化工作；企业应加强数字化、智能化管理的组织领导，保证组织有效。

6.5.2 企业应加大人才引进和复合型人才的培养，构建内外结合的智能加工人才储备机制，实现依托外部专家团队、智能制造系统解决方案供应商完成技术攻关、科研成果转化、项目建设实施，依托内部人才队伍完成系统运营维护的人才格局。

* 1. 运营维护要求

企业应根据自身情况，建立智能工厂日常运营与维护的作业规范，包括智能工厂内人、机、物的有序协同、生产连贯性运营管理机制、系统平台业务功能与性能检查、以及工艺、质量、设备、能源等模块的日常巡查与应急处理机制。

* 1. 标准体系要求

企业应在遵循有色行业及智能制造领域已发布的相关标准规范的基础上，建立包含但不限于如下所列标准和规范体系：

1. 数据编码规范；
2. 数据采集规范；
3. 数据治理规范；
4. 数据应用规范；
	1. 安全体系要求
		1. 风险评估

应进行智能化工厂建设、生产、管理等过程的危险分析与风险评估。

* + 1. 网络安全

应具备智能化系统安全防护设计、数字化生产安全管控方案，应符合GB/T22239及国家相关规定。

1. 智能设计
	1. 产品设计

企业应推进提升产品设计的智能化数字化水平，应利用数字化工具进行金属成分、产品功能、产品规格阶段的设计。利用数字模型完整表达产品信息并进行数字仿真分析优化定型。

* 1. 工艺设计

企业应推进提升生产工艺设计的智能化数字化水平，并对生产工艺参数、产品性能、产品质量进行数据分析，实现产品生产工艺数字化。

* 1. 流程设计

应对生产、操作、检查、维护等作业流程进行标准设计，应采用流程和数据双驱动的模式对生产进行数字化智能化管理。

1. 智能生产

8.1 总体要求

智能生产应基于信息化、自动化、数据分析等技术和管理手段，实现柔性化、网络化、智能化、可预测、协同生产模式，对产品质量、成本、能效、交期等进行闭环、持续的优化提升。

8.2 智能感知

应覆盖设备、工艺、质量、物料、能源、安全、环境等场景，通过集成传感、测量、检测、计算、通信、控制等信息，实现设备、物料、生产过程、产品质量、安全环境的实时感知。宜包括如下七个方面：

a） 对生产设备或辅助设施通过自动化改造、增设智能在线感知仪器仪表和智能化控制系统，提升生产线的自动控制水平和数字化能力，赋予生产设备生命特征；

b） 生产设备及公辅设施系统的运行数据、计量数据、报警信息、生产绩效等实时数据感知；

c） 原料、半成品、产成品的合金成分、物理性能、化学性能、表面缺陷等检测；

d） 生产工艺参数及运行过程操作的实时状态；

e） 工厂周边、生产车间、库房、机房以及重大危险源等重点部位实时状况；

f） 生产场所中的物料流转、人员活动、能量转换等行为或状态；

g） 生产过程中粉尘、有毒有害气体、噪声、高温以及排放的废水、废渣、废气等。

8.3 过程自动化

8.3.1 先进自动控制

通过数据分析、人工智能等手段，基于生产数据对加工全过程进行控制优化调整，实现生产过程稳定可靠、产品质量优化、资源最优配置。企业应以生产自动化控制系统为基础，对加工生产过程中铸造、轧制、挤压、拉拔、热处理等关键工序或流程，结合工艺流程实际情况，应采用机理建模、数字仿真及人工智能等多种手段，建设智能优化控制系统，如轧制过程控制系统与板形控制系统，要求如下：

a） 轧制过程控制系统：基于材料变形机理，建立涵盖压下量、变形率、轧制速度、张力、轧辊直径、润滑条件等参数的控制模型，依据生产实际状态数据，实时优化闭环控制；

b） 板形控制系统：基于板形检测、控制原理，建立涵盖温度、速度、辊行、弯辊、冷却等参数的控制模型，依据生产实际状态数据，实时优化闭环控制。

8.3.2 公辅设施集中控制

整合智能工厂内供水、供气、照明、环境改善等公辅设施的数据采集，通过智能化的传感器和控制器实现预设目标的远程自动控制。

8.3.3 数据采集与监视控制

全面集成先进控制技术、数字驱动技术、物联网技术，采用全面监控、数字化、智能控制等手段，实时获取全生产过程数据，实现集中监控、设备的自动控制以及异常报警提醒等功能，减少现场操作人员和巡检人员，达到提高产量和质量、降低成本和劳动强度、保障生产安全等目的。数据采集与监控系统应具备以下基本能力：

a） 设备状态采集：能实时监控生产线上各设备的运行状态，对现场终端及自动化设备的工作状态等信息进行采集，并对故障状态日志进行统计与展示，实时显示现场出现的各种电控设备的故障及报警，并对数据进行保存与处理；

b） 生产数据采集：通过与生产线集成，能获取生产线的加工状态，即从生产线上线点开始，对工件的加工过程数据进行采集；

c） 质量数据采集：能够对接质量检测装置完成监控点数据采集，以及对接终端系统完成人工检验录入的数据采集；

d） 工艺数据采集：能够实时采集各个设备的关键加工工艺参数，并将各产品与其生产工艺进行绑定归档，便于生产工艺员对残次品进行质量分析与追溯，辅助优化各设备的生产工艺，从而达到优化生产和提高产品合格率的目标；

e） 关键物料信息采集：可以通过连接现场的扫码设备或者通过数据录入方式采集产品的关键物料信息，并将关键物料信息与产品进行绑定。

8.4 计划与执行管理

8.4.1订单与预测管理

针对订单和市场需求的管理和预测，应能够收集历史订单数据和市场趋势数据，分析市场变化并根据客户需求预测订单量。同时，及时更新订单状态，管理订单流程，跟踪订单生命周期，并通过供应链系统与客户进行有效的沟通。最终，帮助企业提高订单处理速度和客户满意度，减少订单管理方面的错误，更好地管理订单和预测市场需求。

8.4.2 资源需求计划管理

针对资源的管理和计划，应能够自动计算所需资源的数量和时间，并根据订单和预测数据自动调整生产计划。同时，集成供应链系统，实现原材料、人力、设备等资源的有效管理和分配。最终帮助企业优化资源使用，降低生产成本，提高生产效率和质量。

8.4.3 计划排产与执行

8.4.3.1 应针对生产过程实时监控和调整，能根据订单和预测数据自动调整生产计划，调整设备、人员和原材料的分配，并在需要时通知操作人员进行相应的调整。

8.4.3.2 应能通过电子排单的方式将每天各工序需要执行的工单下发，各工序操作人员按照工单要求进行生产和报工。

8.4.3.3 在原料收货入库时，接收来自LIMS系统的原料信息，并根据原料条码扫码确认后入库，应做到专料专放。

8.4.3.4 应通过条码或料筐RFID等方式对生产过程中的批次号进行跟踪验证，在系统中将产成品与原材料建立对应物料和质量追溯关系。

8.4.3.5 宜集成数据分析和预测模型，预测生产风险和故障。

8.5 工艺管理

8.5.1工艺标准化

应针对生产工艺流程进行过程设计和优化，可通过深度学习、人工智能、计算机仿真等技术生成生产工艺流程图、生产工艺参数和相关工艺文件；可形成SOP文件用于工艺执行。

8.5.2 过程管理

监控和控制生产过程中的各个环节，自动收集生产过程中的各种数据，包括机器状态、原材料消耗、生产数量等信息，实现生产过程的实时控制和优化，根据设定的参数自动识别生产过程中的异常。

8.5.3 配方管理

有色金属加工原料配方管理，主要包括原料的选料、配料、加料环节精准管控，以及各元素比例、损耗等过程控制。原料入库应经过严格的验收程序，包括外观检查、数量核对和质量检测，原料选料应建立分类标准、具体标识、以及原料库存台账等库位信息。配方比例应根据产品质量要求和原料性能特点确定，确保产品的性能稳定；配方比例应经过试验验证和专家评审，确保配方的可行性和可靠性。生产过程中应严格按照配方要求使用原料，确保产品质量的稳定性和一致性。原料使用应建立详细记录，包括使用时间、使用数量、使用位置等信息。定期对原料使用记录进行统计分析，为配方优化和生产成本控制提供数据支持。

8.5.4 工装模具管理

管理和维护生产中使用的各种工装和模具，以确保它们的正常运行和使用寿命。对工装和模具进行实时监测，自动跟踪工装和模具的使用情况，并根据使用情况进行维护和修理。

8.6 质量管理

8.6.1 总体要求

8.6.1.1 实现质量目标进行的管理性质活动，贯穿订单、排产、制造、物流等全过程。

8.6.1.2 应关注智能设计，服务数据对质量的影响，采集研发中的数据、生产中的数据、运维服务中的数据、建立质量模型，形成数据闭环。

8.6.1.3 应对生产全过程中的质量进行管控，采集包括原材料检验、样品检验、产品检验、质量统计等质量数据。

8.6.1.4 宜使用在线质量检测的方式，实时采集质量数据。宜构建质量管理信息系统，实现质量数据信息化、质量管理信息化和数据信息共享等。

8.6.1.5 应建立数字化的质量档案，实现对产品全生命周期的质量记录，保证各环节的可追溯性。

8.6.2 质量设计

设计产品质量标准以及质量控制流程，确定如何对产品进行跟踪和监控。包括对原材料、加工工艺、生产设备和工作环境进行评估，同时制定工艺工装的检查标准和智能化检测方法。

8.6.3 智能检测

8.6.3.1 智能检测系统设计应基于模块化、可扩展的架构，以便后续的升级与维护，应具备高效的数据处理能力，确保实时性和准确性。应支持分布式部署，以应对大规模数据处理和并发请求。应具备高效、准确的传感器和数据采集技术，以满足不同场景下的感知需求。

8.6.3.2 应支持多种感知方式，如图像识别、声音识别、温度感应等，以满足不同检测需求。感知技术应具有自适应能力，能够自动调整参数以应对环境变化。

8.6.3.3 应用采用先进的算法和模型，对采集到的数据进行高效、准确的分析。

8.6.3.4 应支持多种分析方法，如数据挖掘、模式识别、机器学习等，以满足不同分析需求。

8.6.3.5 应支持与其他系统的互联互通，实现数据共享和协同工作。应提供标准的接口和协议，以便与其他系统无缝集成。

8.6.4 质量检验

包括从原材料到最终产品的检查和测试，可检验的项目包括产品尺寸、外观、力学性能、成分等应可通过产品序列号或批次码查询该产品在生产过程中发生的所有质量问题,包括质量记载信息、超差跟踪信息、不合格审核信息和报废信息、返工单信息等,也可通过单据的穿透功能查询当时单据记录的明细信息,对该批次产品所有过程的历史记录进行跟踪分析,得到产品全过程的质量问题分析。

8.6.5 质保书管理

根据工艺要求、质量管理要求，实现入库发货的质保书自动实现与打印，质保书内容涵盖生产过程要素、客户要素等。

8.6.6 实验室管理

应建立实验室管理系统，能够完成实验室样品登记、任务分配、实验分析、结果审核以及报告发布管理，将实验室的业务流程、环境、人员、仪器设备、标物标液、化学试剂、标准方法、文件记录、客户管理等因素有机结合，包括实验室设备的维护和校准、实验室数据的采集及管理等方面。

8.7 设备管理

8.7.1 总体要求

8.7.1.1 设备管理是对设备寿命周期全过程的管理，包括选择设备、正确使用设备、维护修理设备以及更新改造设备全过程的管理工作。

8.7.1.2 应建立设备管理系统，系统应与ERP，MES等系统实现信息交互，应能配合其他系统实现排产、和生产调度。

8.7.1.3 应对关键生产设备、关系到多个车间或整个工厂的设备，如供源设备、安全设备等进行实时状态监测。宜对运行状态进行建模分析，给出设备运行趋势预测曲线。

8.7.1.4 应根据设备类型制定相应的周期性维护计划，并按计划对设备进行维护，将维护信息以数字化的方式进行归档。

8.7.1.5 宜根据设备运行趋势曲线制定有针对性的预测性维护方案，及时发现设备运行的潜在异常情况并进行维护管理。

8.7.1.6 宜建立基于知识库的故障诊断系统，及时准确的发现诊断故障，并给出故障解决方案，宜提供专家远程诊断功能以有效解决偶发的、系统不能正确诊断的复杂故障。

8.7.2 生命周期管理

应对设备从采购、安装、调试、生产、维护、更新到报废的全过程进行管理。在设备生命周期管理中，通过对设备信息的采集和分析，全面了解设备的使用情况和技术状况，为生产计划和设备更新提供数据支持。

8.7.3 设备健康管理

应对设备运行状态和健康状况进行监控和分析，及时发现问题并采取措施解决。主要包括以下方面：

1. 设备数据采集：采集设备运行状态、温度、湿度、振动等数据，建立设备健康状况的数据模型；
2. 设备健康分析：对设备数据进行分析，判断设备的健康状况，及时发现问题并采取措施解决；
3. 设备预测维护：通过对设备健康状态的预测，提前进行维护，降低维护成本和生产损失；
4. 设备故障诊断：对设备故障进行诊断，快速定位问题，并采取措施解决。

8.8 预警管理

预警管理数据源主要来自制造执行系统及数据采集监控系统，包括预警规则设定、预警信息处理及预警数据分析三个方面：

1. 预警规则设定：应根据生产过程中的各种情况，如设备运行状态、原材料库存、生产计划完

成情况等，设定相应的预警规则；

b） 预警信息处理：系统应自动或手动地将预警信息发送给相应的处理人员或部门，以便及时处理问题。在处理预警信息时，应可以查看有关设备、生产线、生产计划等相关信息，帮助处理人员快速准确地了解问题的性质和解决方案。宜提供预警信息跟踪功能，以便企业随时掌握问题处理进展情况；

c） 预警数据分析：应可以查看生产过程中的各项指标，如设备故障率、生产线停机时间、物料库存等，并进行分析。同时应提供图表展示功能，方便企业进行数据可视化分析。

8.9 智能物流

智能物流在有色金属加工智能工厂环境下厂内物料的智能仓储和智能运输及其协同。智能物流包含数字标识、智能仓储、智能运输、智能装卸、智能物流管理系统等部分组成，主要包含对原料、在制料、半成品/成品等物料的运输任务。

物流自动化硬件技术主要如下图2所示：



图2有色金属加工车间的自动物流系统组成硬件结构

智能物流的关键要素及技术要求如下：

1. 数字标识：根据物料性质、存放位置以及存取方式确定物料标识的方式，可以利用激光打标、条形码、RFID、二维码、电子标签、油墨喷涂等各种技术设备进行物料信息标识；
2. 智能仓储：智能仓储管理系统能与生产调度系统、物流运输系统实时交互数字信息,及时响应智能生产及运输系统的任务需求,反馈物料及成品出入库情况。同时要求以物料为核心,采集物料的全生命周期信息,实现全过程信息可追溯；通过与智能管理与智能生产、物流运输系统等业务集成，分析与优化现有库存，实现库存低位、高位预警、合理安排进出库计划，提高进出库效率。自动化立体仓库通过高层立体货架、先进搬运设备以及精确的计算机控制为手段，高效的利用空间、时间和人力进行出入库处理。智能平面仓库在通过信息化系统和智能天车、AGV、RGV等智能物流装备的配合，实现物料的定点存储和准确调取。平面库可根据生产工艺流程分工序灵活配置，全面管理物料的流动、出入库信息，并处理上下游工序的指令要求。
3. 智能运输：根据有色金属加工中，物品形状、尺寸和状态的不同，充分利用自动化技术和路径优化方法，围绕物料智能分拣系统、配送路径规划、配送状态跟踪等选择不同的运输方案。
应采用自动识别技术设施，实现对物品流动的定位、跟踪、控制等功能；车间物流根据生产需要通过AGV、RGV、工业机器人、悬挂链、输送带等实现自动取放、实时配送和自动输送的功能；同时应结合生产线布局和物料需求,对物流配送路径和运输模式进行精益化规划,实现物流配送路径与装载优化。对成品发货要与物流公司实现任务协同，合理安排装车，并能够实现车辆跟踪，实现货物运输安全。
4. 厂级物流协同：工厂内各个车间之间或者集团的各个子公司之间的工艺流程应具有关联性与交互性的特征，需建立智能化物料调配体系：即企业资源计划平台采购来的原材料、配件、外购零部件等物料在工厂的各级仓库（工厂大库房、车间的原材料库、半成品、成品库等）里登记、检验、退货、入库、备料、发料、完工退库、销账、移库、包装、发货等。并建立智能工厂工作物流协同中心，遵从生产需求拉动的原则，并以精益化、零库存为目标，实现工厂-仓库-车间三者之间智能化的物流调配。
5. 智能管理与服务

9.1 智能管理

9.1.1 供应链管理

9.1.1.1 采用信息化、数据分析等手段对供应商、供应链进行管理，改变企业传统的供应商管理模式，建立标准作业程序，对上下游企业需求、供应能力进行柔性协同，打通需求供应协同、订单协同、库存协同、物流协同等跨企业业务环节，并解决不同类型企业之间的数据交换需求，提供全价值链业务协作及可视化监控的能力。鼓励有条件的企业牵头组建行业供应链合作联盟，搭建行业供应链协作平台。

9.1.1.2 通过将供应链上分散在各地的、处于不同价值增值环节的、具有特定优势的独立企业联合起来，以协同机制为前提，以协同技术为支撑，以信息共享为基础，从系统的全局观出发，促进供应链企业内部和外部协调发展，在提高供应链整体竞争力的同时，实现供应链节点企业效益的最大化目标，开创“多赢”的局面。

9.1.1.3 通过协同化的管理策略使供应链各节点企业减少冲突和内耗，更好地进行分工与合作。实现供应链的协同运作，供应链各节点企业应树立“共赢”的思想，为实现共同的目标而努力；应建立公平公正的利益共享与风险分担的机制；应在信任、承诺和弹性协议的基础上进行广泛深入的合作；应搭建基于IT技术的信息与知识共享平台，实现及时相互沟通；应进行面向客户和协同运作的业务流程再造。

9.1.2 能源管理

应对园区所涉及到的水、电、气等各种能源数据进行监控管理，应具备能源监控、实时报警、分项计量、用能分析、用能统计、能耗排名、能源报表等常用功能模块，宜提供能源对标、用能异常诊断、原因分析、节能改善建议等进阶功能模块。系统应可以与工厂其他系统进行无缝对接，实现能源预测、重点能耗设备节能潜力分析与降耗技术应用。能源管理的目标主要包括以下方面：

1. 精准计量：通过有线、4G/LTE、Lora、NBIoT等通讯方式实现园区能耗设备的精准计量，实现

分项计量和成本控制。通过数据可视化，发现高能耗设备并进行节能增效；

1. 安全运维：发现常规检修不能发现的问题，及时进行改造修正。运用IOT技术，实现园区关键

设备的远程监控；

1. 提能增效：实现多重能源联合协调优化达到能效最大化。通过技术替代人工，解决专业运维人

员少，通过运营数据发现企业运营漏洞。

9.1.3 安全环保管理

9.1.3.1 应规范厂区和生产现场的安全、健康、环境保护工作，建设HSE管理知识库，实现闭环安健环管理。鼓励企业扩展应用移动终端，建立安防应急一体化集中管控中心，实现对潜在突发环境事件和重大危险源的及时分析、有效预警和溯源调控。

9.1.3.2 应对工厂的安全设施进行管理，包括三废处理设施、安全报警设施、危化品监管设施等，应具备对上述设施的状态、健康、效率等方面的监控及预警。

9.1.3.3 涉及工厂安全生产方面的集控管理，应通过对工厂的安全监控、预警、应急处置等内容进行集中管理，管理人员可以更加及时地了解设施运行情况，并对可能存在的问题进行预警和处理。同时可以在发生安全事故时迅速响应、快速处理，减少安全生产事故对工厂的影响。

9.1.4 生产成本管理

生产成本管理应紧密结合业务运营，通过业财一体化系统，实现生产成本数据的实时采集、智能分析、动态监控与精准决策，以提高生产效率，降低生产成本，增强企业竞争力。

9.1.4.1 业财一体化平台建设

系统集成：构建集成化的业财一体化平台，将生产制造执行系统（MES）、仓储管理系统（WMS）、企业资源管理系统（ERP）等关键业务系统进行无缝对接，确保数据流通顺畅，实现业务数据与财务数据的实时共享与集成。

数据标准化：制定统一的数据标准与接口规范，确保各系统间数据的一致性与准确性，为生产成本分析提供可靠基础。

9.1.4.2 生产成本分析

实时数据采集：利用物联网、传感器等技术，实时采集生产过程中的原材料消耗、能源消耗、人工工时等关键成本数据，确保数据的时效性与准确性。

成本分析模型：利用大数据、人工智能技术，建立生产成本分析模型，对采集到的数据进行深度挖掘与分析，识别成本异常波动与潜在节约空间。

9.1.4.3 动态成本控制

预警机制：根据成本分析结果，建立生产成本预警机制，对超出预设成本阈值的生产环节进行即时预警，确保管理层能够及时介入，采取有效措施控制成本。

优化决策支持：通过业财一体化平台，为管理层提供多维度、可视化的成本分析报告，支持管理层基于实时数据进行生产计划调整、工艺流程优化等决策，实现生产成本的动态控制。

9.1.4.4 持续改进与反馈

绩效评估：建立生产成本绩效评估体系，定期对生产成本管理效果进行评估，识别改进空间与成效亮点。

反馈机制：建立业财一体化平台下的反馈机制，鼓励员工积极参与成本管理，提出改进建议，形成持续改进的良好氛围。

9.2智能服务

应基于互联网、数据分析、云计算等技术，对产品全生命周期各个环节所产生的企业运营管理数据、制造过程数据以及企业外部数据等各类数据进行规范治理，整合社会资源，进行智能服务应用和新生态的创新。智能服务主要包括以下内容：

1. 大规模个性化定制：针对加工多品种、小批量的问题，宜利用外部资源，以下游客户需求为导向，基于模块化思维对产品结构和制造流程进行重构，把产品的定制生产全部或部分转化为批量生产，解决个性化定制带来的产品成本高、周期长等问题，以大规模生产的成本和速度满足客户定制化需求，提高服务水平；
2. 远程技术服务：宜联合外部资源搭建行业设备远程监控及技术服务工业互联网平台，利用物联网、互联网、数据分析、AR/VR等新技术，通过数据分析、专家系统为企业提供远程设备运维调试、系统升级改造、线上专家会诊、技术支持等快速服务，提供企业设备运维、生产优化、质量改进、安全环境优化等全方位远程辅助与技术支持；
3. 行业备品备件共享服务：宜联合外部资源，搭建行业集设备备件图库中心、备件云库存中心、技术支持中心等于一体的行业备品备件共享服务云平台；
4. 行业技术创新云平台：宜依托产业联盟，组建行业技术创新平台，通过行业技术课题发布、摘牌攻关、成果评价及应用推广等模式，促进行业人才共享、推动技术进步，加快产业发展。
5. 智能管控中心

智能管控中心是采用自动化、信息化技术和集中管理模式建立的管控一体化的集中控制平台，以生产全过程监控为目标，集中展现公司生产、质量、能源、设备等数据。实现生产过程的全面监控、优化调度、品质保障、设备高效管理及物料的透明管理，加强安全与环保管理、能源分级管控、成本精细化、物流管控和供应链与交期的优化管理。

10.1过程自动化驾驶舱

应建立全面的生产监控系统，实时采集生产线上的温度、压力、速度、流量等关键工艺参数。

宜采用AI算法对生产数据进行智能分析，自动识别生产过程中的异常状况，并触发预警或报警机制。

实现生产数据的可视化展示，为管理人员提供直观的生产状态监控界面。

10.2生产调度驾驶舱

集成ERP、MES等系统，实现生产计划的自动化排程和动态调整。

引入智能调度算法，根据设备状态、物料供应、订单优先级等因素，优化生产顺序和资源分配。

提供生产进度跟踪和可视化调度看板，支持远程指令下发和实时反馈。

10.3质量管理驾驶舱

建立完善的产品质量检测体系，自动采集和分析产品尺寸、硬度、表面质量等关键品质指标。

运用SPC、六西格玛等质量管理工具，对品质数据进行深入分析，识别品质问题根源。

实现产品全生命周期的品质追溯，确保问题产品可快速定位和处理。

10.4设备管理驾驶舱

采用物联网技术实时监测设备运行状态、能耗、故障预警等信息。

实施预防性维护策略，基于设备运行数据预测故障，提前安排维护计划。

建立设备台账和备件管理系统，实现设备资产的全面管理和优化。

10.5物料管理驾驶舱

引入RFID、条形码等自动识别技术，实现物料入库、出库、库存盘点的自动化管理。

建立物料追踪系统，实时掌握物料在生产线上的位置、数量、状态等信息。

引入仓储管理系统（WMS），实现原材料、在制品、成品的透明管理。

引入运输管理系统（TMS），实时监控运输环节中的配送状态。

10.6安环管理驾驶舱

建立全面的安全生产管理体系，实时监测生产现场的安全隐患和危险源。

引入环保监测设备，实时监测废水、废气、噪音等排放指标，确保企业合规运营。

提供安全环保培训和教育平台，提升员工的安全意识和环保素养。

10.7能源管理驾驶舱

实施能源分级管理策略，对生产过程中的能源消耗进行精细化监控和评估。

引入节能技术和设备，优化能源使用效率，降低生产成本。

建立能源绩效考核机制，激励员工积极参与节能降耗活动。

10.8成本管理驾驶舱

建立全面的成本核算体系，对生产成本进行精细化管理和控制。

引入成本分析软件，对各项成本进行深度剖析和比较，找出成本节约的潜力点。

实现成本数据的实时更新和可视化展示，为管理层提供决策支持。

10.9供应链管理驾驶舱

建立与供应商、客户等合作伙伴的紧密连接，实现供应链信息的实时共享和协同。

引入供应链管理（SCM）系统，对供应链进行全面管理和优化。

实时监控订单状态和交货期，确保按时交付和满足客户需求。

参 考 文 献

[1]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《有色金属行业智能加工工厂建设指南（试行）》

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_