ICS 点击此处添加ICS号

CCS 点击此处添加中国标准文献分类号

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

|  |
| --- |
|  |
| 草案稿 |
|  |
|  |

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](#_Toc134534160)

[2 规范性引用文件 4](#_Toc134534161)

[3 术语和定义 4](#_Toc134534162)

[3.1 智能工厂 Intelligent factory 5](#_Toc134534163)

[3.2 数字化车间 Digital workshop 5](#_Toc134534164)

[3.3 智能物流 Intelligent logistics 5](#_Toc134534165)

[3.4 制造执行系统 manufacturing execution system 5](#_Toc134534166)

[3.5 高级计划排产](#_Toc134534167) **[Advanced planning and scheduling](#_Toc134534167)** [5](#_Toc134534167)

[3.6 设备预测性维护 Predictive maintenance of equipment 5](#_Toc134534168)

[4 缩略语 5](#_Toc134534169)

[5 总则 6](#_Toc134534170)

[5.1 总体框架 6](#_Toc134534171)

[5.2 技术架构 7](#_Toc134534172)

[5.3 智能应用 7](#_Toc134534173)

[6 基本要求 7](#_Toc134534174)

[6.1 数字化要求 8](#_Toc134534175)

[6.2 网络化要求 8](#_Toc134534176)

[6.3 工业互联网平台要求 8](#_Toc134534177)

[6.4 智能化要求 9](#_Toc134534178)

[6.5 组织建设要求 10](#_Toc134534179)

[6.6 标准体系要求 10](#_Toc134534180)

[6.7 安全体系要求 10](#_Toc134534181)

[7 智能设计 10](#_Toc134534182)

[7.1 产品设计 10](#_Toc134534183)

[7.2 工艺设计 10](#_Toc134534184)

[7.3 流程设计 10](#_Toc134534185)

[8 智能生产 10](#_Toc134534186)

[8.1 数据标准 11](#_Toc134534187)

[8.2 智能感知 11](#_Toc134534188)

[8.3 过程自动化 12](#_Toc134534189)

[8.4 计划与执行管理 12](#_Toc134534190)

[8.5 工艺管理 12](#_Toc134534191)

[8.6 质量管理 13](#_Toc134534192)

[8.7 设备管理 13](#_Toc134534193)

[8.8 预警管理 14](#_Toc134534194)

[8.9 成本管理 14](#_Toc134534195)

[8.10 智能生产管控中心 14](#_Toc134534196)

[9 智能物流 15](#_Toc134534197)

[10 智能运维 17](#_Toc134534198)

[11 智能管理 17](#_Toc134534199)

[11.1 供应链管理 17](#_Toc134534200)

[11.2 能源管理 18](#_Toc134534201)

[11.3 安全环保管理 18](#_Toc134534202)

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。

本文件由中国有色金属工业协会提出。

本文件由国有色金属标准化技术委员会(SAC/TC243)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、安徽鑫科铜业有限公司、新疆众合股份有限公司、河南明泰铝业股份有限公司、中铝河南洛阳铝加工有限公司、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、中铁建电气化局集团康远新材料有限公司。

本文件主要起草人：

有色金属加工智能工厂通用技术要求

1. 范围

本标准规定了有色金属加工智能工厂的基本架构、基本要求以及对人员、技术、资源、制造、管理服务等方面的通用技术要求。

本标准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 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》

GB/T 41255-2022 智能工厂 通用技术要求

GB/T 37393-2019 数字化车间 通用技术要求

GB/T 37942-2019 生产过程质量控制设备状态监测

GB/T 23000-2017 信息化和工业化整合管理体系

GB/T 50174-2017 数据中心设计规范

GB/T 26802-2011 工业控制计算机系统通用安全规范

Q/SBK005-2001 计算机网络实时监控系统

GB/T 33009-2016 工业自动化和控制系统网络安全

GB/T 11457-2006 信息技术软件工程术语

GB/T 35119-2017 产品生命周期数据管理规范

GB/ T39474-2020 基于云制造的智能工厂架构要求

GB/T 37942-2017 生产过程质量控制、设备状态监控

GB/T 38129-2017 智能工厂 安全控制要求

GB/T 25486-2010 网络化制造技术术语

GB/T 39116-2020 智能制造能力成熟度模型

GB/T 39117-2020 智能制造能力成熟度评估办法

GB/T 20269—2006 信息安全技术信息系统安全管理要求

GB/T 20270—2006 信息安全技术网络基础安全技术要求

GB/T 20271—2006 信息安全技术信息系统通用安全技术要求

GB/T 22239—2015 信息安全技术信息系统安全等级保护基本要求

GB/T 18336—2015 信息技术安全技术信息技术安全评估准则

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。

[GB/T 38129—2019，定义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，定义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。

[GB/T 25486-2010,定义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

[来源：TS16949之3.1.6，3.1.7]

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）

APS 高级计划和排程系统 （Advanced Planning and Scheduling）

CAPP：计算机辅助工艺过程设计（Computer Aided Process Planning）

CPS 信息物理系统（Cyber-Physical Systems）

CRM 客户关系管理（Customer Relationship Management）

DCS 分布式控制系统（Distributed Control System）

DNC 分布式数控（Distributed Numerical Control）

EAM 设备管理系统（Enterprise Asset Management)

EMS 能源管理系统（Energy Managing Systems）

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

HMI：人机接口（Human Machine Interface）

I/O：输入/输出（Input/Output）

IT：信息技术（Information）

IOT：物联网（The Internet of Things）

MDM 主数据管理（Master Data Management）

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

OEE：整体设备效率（Overall Equipment Effectiveness）

PDA：生产数据采集（Production Data Acquisition）

PDM：[产品数据管理](https://baike.baidu.com/item/%E4%BA%A7%E5%93%81%E6%95%B0%E6%8D%AE%E7%AE%A1%E7%90%86/5936856" \t "_blank)（Product Data Management）

PLC：可编程序控制器（Programable Logic Controller）

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

QMS 质量管理系统 (Quality Management System )

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

SCADA：监控与数据采集（Supervisory Control And Data Acquisition）

SPC：统计过程控制（Statistical Process Control）

TCP/IP：传输控制协议/互联网协议（Transmission Control Protocol/Internet Protocol）

VPN：虚拟专用网络（Virtual Private Networks）

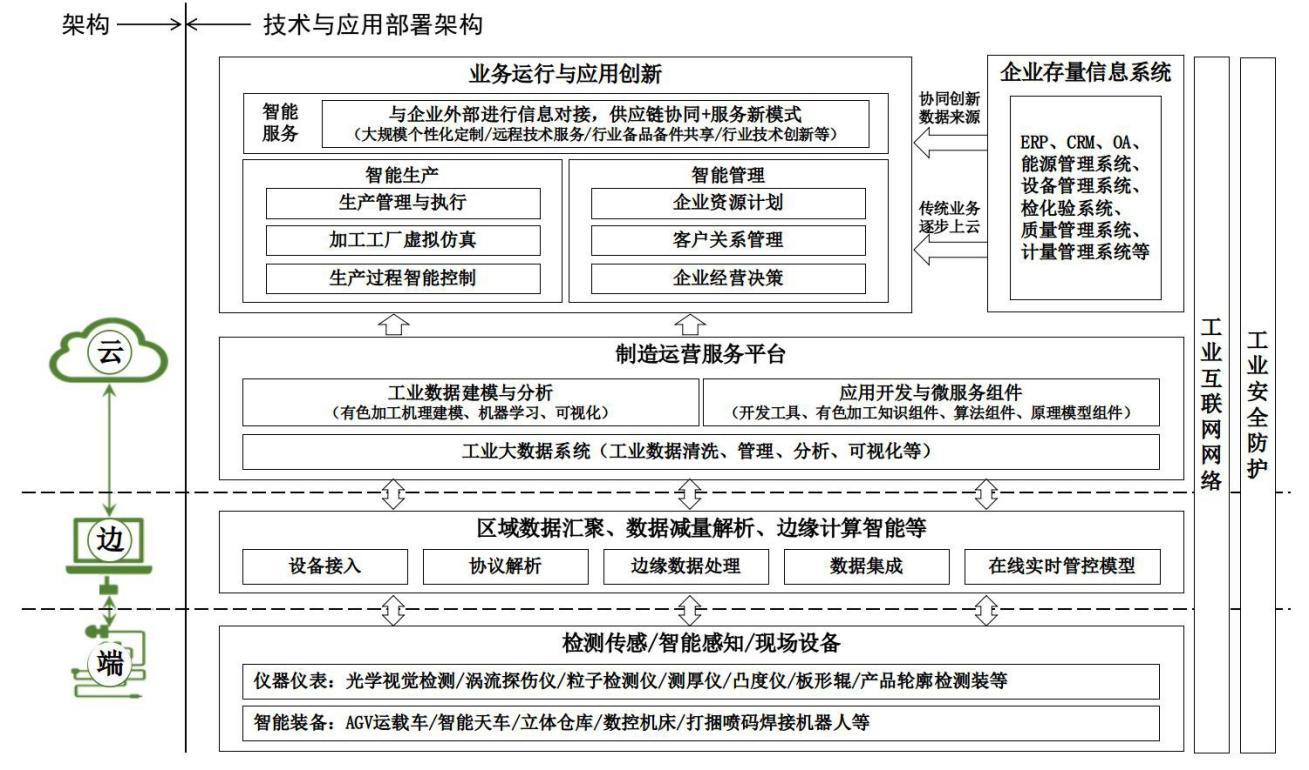
WLAN：无线局域网络（Wireless Local Area Networks）

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

1. 总则
   1. 总体框架

有色金属加工智能工厂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。

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。总体框架如图所示：



有色金属加工智能工厂总体框架

* 1. 技术架构

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。

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。

云：集成工业微服务、大数据服务、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. 智能应用

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、大数据分析，实现企业创新价值驱动。

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、安全、环境、能源、物流等数据的分析，提升企业运行效率和协同管理水平。

智能管理：聚焦企业经营管理层面，通过对采购、销售、财务、成本、客户、合同、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。

智能服务：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、生产过程的大数据分析，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

智能工厂的基本功能及要求：利用现代检测、控制技术，建设新型数字化产线，并在此基础上，利用物联网、监控、数据采集及融合共享技术，实现产线互联互通和生产自动化、数字化；利用机器人、AGV、RGV、智能库房及生产调度系统、库房管理系统等，实现生产物料流转、存取的自动化、智能化；建设企业统一的工业大数据系统，采用最新的大数据、云计算、人工智能等新技术，在设计、生产、管理、服务等业务运行方面实现基于流程和数据双驱动的数字化、网络化、智能化生产管理，在工艺质量优化、设备状态分析、能耗分析优化等大数据应用方面实现基于模型和数据双驱动的经营管理模式创新，在生产制造、过程管理等单个环节信息化系统建设的基础上，构建覆盖全流程的动态透明可追溯体系，基于统一的可视化平台实现产品生产全过程跨部门协同控制，推进生产过程数字化；搭建企业CPS系统，深化生产制造与运营管理、采购销售等核心业务系统集成，促进企业内部资源和信息的整合和共享，推进生产管理一体化；将CPS系统拓展至供应商和物流企业，横向集成供应商和物料配送协同资源和网络，实现外部原材料供应和内部生产配送的系统化、流程化，提高工厂内外供应链运行效率；推进端到端集成，开展个性化定制业务，整体打造大数据化智能工厂。

* 1. 数字化要求

数字化是智能工厂的基础。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：

——生产装备的数字化：智能工厂的生产装备、~~表计~~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、数字孪生技术产品开发基础。

——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。

——生产过程数字化：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. 网络化要求

在数字化的基础上，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。

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。

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. 工业互联网平台要求

建设有色金属加工智能工厂工业互联网平台，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、大数据、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。

（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。

建设企业数字孪生体标准体系，实现数字孪生体的定义和配置，实现一次建模，多处复用。通过数字孪生体理论和技术将复杂工业现场标准化，驱动跨流程、跨工序、跨业务数据自动化流动。

工业数据化工具应具备支持企业在设计、生产、管理、服务、大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、安全预测分析等大数据分析应用。

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。

（4）应用层应建设应设计APP、生产APP、管理APP、服务APP、大数据分析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:通过机台大数据的分析，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。

（5）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. 智能化要求

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。

——智能化生产装备：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、智能行车机器组合智能装备；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。

——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。

——生产管理智能化：应利用大数据、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。

——设计智能化：应推进采用大数据、数字孪生、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。

——服务智能化：应推进基于互联网、大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. 组织建设要求

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；加强组织领导企业数字化、智能化管理的负责人应为负责企业生产经营的主要领导。

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尖端技术攻关、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. 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：

——数据编码规则

——业务流程标准

——数据治理规范

——数据使用规范

——数据管理规程

* 1. 安全体系要求

风险评估：智能化工厂建设、生产、管理等过程的危险分析与风险评估。

网络安全：智能化系统安全防护设计、数字化生产安全管控方案。

1. 智能设计

企业应利用数字化、智能化的工具和方法开展产品、工艺、流程设计。

* 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合金成分、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、产品质量进行大数据分析，实现产品生产工艺数字孪生。

* 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

智能生产是基于信息化、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。

智能生产关键要素包括：

——智能感知：智能在线感知、实时数据感知、表面缺陷检测、设备及公辅设施实时状态

——过程自动化：先进自动控制、公辅设施集中管控、数据采集与监视控制

——计划执行：计划仿真、多级计划协同、可视化排产、动态优化调度、生产准备、协同生产

——工艺管理：工艺设计、过程管理、工装模具管理

——质量管理：质量设计、质量检验、实验室管理

——设备管理：设备状态监测、设备运行分析、设备运行维护、设备故障管理

——预警管理：预警规则设定、预警信息处理、预警数据分析

建立智能生产运营管控中心，实现对管理区域内的订单、计划、工艺、质量、设备、能源、安环、人员等进行数据化、可视化实时监控与生产统一调度及集中管理。

企业基于“数据驱动”和“场景设计”理念，对各模块的管理业务和操作过程进行场景化设计，通过大数据、神经网络、机器学习等技术，达到精确建模、实时优化决策等关键目标，建立具有工艺过程优化、动态排产、能耗管理、质量优化等功能的智能生产系统，形成自感知、自控制、自运行的智能产线，实现企业生产的柔性、高效、安全和绿色环保。

* 1. 数据标准

8.1.1数据编码

应建立数据编码规则及数据使用规范，对数据进行标准化的编码处理，将不同来源、格式、类型的数据统一转化为标准格式，涉及资产数据编码、装备设施功能位置编码、过程数据类型编码等。在有色金属加工智能工厂中，数据编码的功能须包括以下三个方面：

（1）数据识别：对数据进行识别和分类，根据数据类型和用途进行编码处理；

（2）数据格式转换：将不同格式的数据转换为标准格式，确保数据一致性和可用性；

（3）数据集成和共享：将不同来源的数据进行集成和共享，实现跨系统和跨部门的数据交换。

8.1.2数据治理

应建立数据治理流程规范，对数据进行全生命周期的管理和治理，保证数据的可靠性、安全性、合规性和可用性，支持业务流程的优化和决策的精准化。在有色金属加工智能工厂中，数据治理的功能须包括以下五个方面：

（1）数据安全管理：对数据进行安全保护和授权管理，确保数据的机密性、完整性和可用性；

（2）数据合规管理：对数据进行合规性管理，确保数据符合法律法规和政策要求；

（3）数据质量管理：对数据进行质量评估和监控，保证数据的准确性和完整性；

（4）数据流程管理：对数据的流程和使用进行管理和规范，确保数据的合理使用和高效流转；

（5）数据价值管理：对数据进行价值评估和管理，确保数据的最大化利用和价值发掘。

* 1. 智能感知

应覆盖设备、工艺、质量、物流、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。

（1）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；

（2）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；

（3）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；

（4）生产工艺参数及运行过程操作的实时状态；

（5）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；

（6）生产场所中的物料流转、人员活动、能量转换等行为或状态；

（7）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。

* 1. 过程自动化

8.3.1先进自动控制

通过大数据分析、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。鼓励企业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、板形控制系统等。

（1）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。

（2）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。

* 1. 计划与执行管理

提供包括订单与预测管理、资源需求计划管理、计划排产与执行等管理模块。

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

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。

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。

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。

应通过条码或料筐RFID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。

宜集成数据分析和预测模型，预测生产风险和故障。

* 1. 工艺管理

工艺管理是技术管理的核心，应包含生产技术文件管理、工艺数据管理、设备开停机方案管理、临时工艺、临时标准管理、统计报表管理等。

8.5.1工艺设计

设计和优化生产工艺流程的过程，通过计算机仿真生成生产工艺流程图、生产工艺参数和相关工艺文件。

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。

* 1. 质量管理

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。

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。

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。

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。

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。

8.6.2质量检验

通过使用智能化的检测设备和技术，在生产过程中对产品质量进行监控和检测。这个过程包括从原材料到最终产品的检查和测试，可检测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。

8.6.3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。。

* 1. 设备管理

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。

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。

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。

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。

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。

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。

8.7.1生命周期管理

指对设备从采购、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。

8.7.2设备健康管理

指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。

* 1. 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；

（2）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；

（3）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。

* 1. 智能生产管控中心

智能生产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，实现业务流程的可视化、可感化，以及数据孪生、质量监控、报警，生产指标的可视化、物流自动化、视频监控等功能。

1. 智能物流

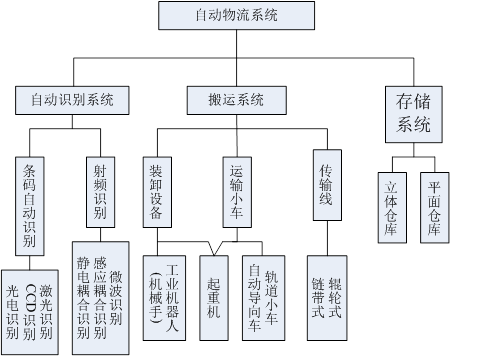
有色金属加工智能物流系统就是利用条形码、射频识别技术、传感器、GPS等先进的物联网技术，通过信息和网络通信技术将企业生产中的物资及产品进行运输、储存、配送、装卸、搬运、加工、包装、信息处理等功能有机结合起来实现用户要求的过程，实现货物运输自动化运作和高效率优化管理，提高服务水平，降低成本。

物流自动化技术涵盖软件技术和硬件技术两个方面，主要包含对原料、在制料、半成品/成品等物料的运输任务。

物流自动化软件技术是指物流系统中使用的系统工程技术、信息技术等，物流自动化软件主要包含ERP、MES、WMS、WCS、TMS等软件系统。

物流自动化硬件技术是指物流活动所涉及的各种机械设备、运输工具、仓储设施，以及服务于物流的计算机、通讯网络设备等。物流自动化硬技术主要包括：智能仓库、自动识别系统、自动搬运系统等。

物流自动化硬件技术主要如下图所示：



有色金属加工车间的自动物流系统组成硬件结构

智能物流是有色金属加工智能工厂中重要组成部分，其关键要素主要包括智能制造环境下厂内物流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、智能系统等部分组成，智能物流的关键要素及技术要求如下：

——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；车间仓库、机旁仓库、仓库货位、立体仓库等存放位置划分区位标识以及数字化定位标识，为数字化识别标识打下基础。

——智能仓储：根据有色金属加工中物品形状、尺寸和状态的不同，在WMS系统的基础上，结合智能生产与智能管理系统，选择不同的仓储方式。

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。自动化立体仓库通过获取需入货或出货的材料信息数据，快速、准确地执行存储、运输、装车等出入库动作，从而实现高效有序的物流运作。客户还能通过对材料的消耗和库存分析，制定相应的生产计划，实现生产库存最优化，为企业的决策提供最准确的信息数据。立体仓库虽然一次性投资较高，但因其占地面积小、物流周转效率高等特点广泛应用于有色金属加工领域的卷材、型材类车间，也适合于工模具、辅助材料的自动化存储。

智能平面仓库在有色金属加工领域的熔铸、板带、成品应用比较多，通过信息化系统和智能天车的配合，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，与主要生产设备的二级PLC系统和上级ERP、MES管理系统进行数据交互，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；成品仓库发货与物流运输系统集成实现根据发货任务合理安排发货计划，有序进行发货调度，平面库系统与立体库系统协同配合，合理安排装车顺序，提高发货装车效率。

——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。

AGV的显著特点是无人驾驶和无轨道，通过自动导向系统，可以实现在不需要人工导引的情况下沿预定的路线自动行驶，将货物或物料自动从起始点运送到目的地。AGV的另一个特点是柔性好、自动化程度高和智能化水平高，其行驶路径可以根据仓储货位要求、生产工艺流程等改变而灵活改变，并且运行路径改变的费用与传统的输送带和刚性的传送线相比非常低廉。AGV一般配备有装卸机构，可以与其他物流设备自动接口，实现货物和物料装卸与搬运全过程自动化。在有色金属加工生产中，AGV尤其适合于运载轧制卷材及套筒，近年来也开始在板带厂个别生产工序或物流中转瓶颈区使用，可以有效提升生产效率。

RGV的特点是无人驾驶和预设轨道，尽管其柔性化和智能化程度不如AGV，但是其运行速度更快，生产效率更高，采购成本也低，因此在有色金属加工行业物料运输和立体仓库中广泛应用。根据生产节奏和设备负荷情况，若在规划设计阶段考虑智能物流设置物料及料框运输RGV穿梭车，可以大大减少天车的使用，有效提升设备产能和提高产品质量，减少操作人员数量和降低劳动强度。

智能天车适合于有色金属加工厂的卷材平面库，能够实现物料的自动查找、自动吊放、无人驾驶作业。无人天车与智能库区管理系统结合从根本上改变了以往的作业模式，极大地提高了生产效率，有效降低故障率，对于降低成本，减少安全事故具有重要意义。智能天车首先必须要实现天车自身的自动化、智能化，通过传感器采集天车、物料及周围环境信息，使天车具有人机交互功能和自诊断自学习功能， 能自动识别周围环境，模拟人的操作，自动起吊物料。智能天车必须与生产制造MES系统和经营管理ERP系统互联互通，使天车智能选择判断、完成不同产品的运输、管理工作任务等。通过信息网络和智能天车的运行数据，获得企业的生产计划、进度、物料等信息，构成工厂的智能服务体系。

——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。

1. 智能运维

鼓励企业基于互联网、大数据、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。

大规模个性化定制：针对加工多品种、小批量的问题，鼓励企业利用外部资源，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。

远程技术服务：鼓励企业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、大数据、AR/VR（增强现实/虚拟现实）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。

行业备品备件共享服务：鼓励企业联合外部资源，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。

行业技术创新云平台：鼓励企业依托产业联盟，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。

基于传感器和物联网（IoT）服务：感知产品的状态，进行预防性维修维护，及时帮助企业更换备品备件，了解产品运行的状态，帮助客户带来商业机会。采集产品运营的大数据，辅助企业进行市场营销的决策。企业通过开发面向客户服务的 APP，针对企业购买的产品提供有针对性的服务，锁定用户，开展服务营销。

1. 智能管理
   1. 供应链管理

采用信息化、大数据等手段对供应商、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。

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。

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。

* 1. 能源管理

指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；

（2）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；

（3）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。

* 1. 安全环保管理

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。

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。

主要涉及工厂安全生产方面的集控管理，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。

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）》

*（若无参考文献，请删除）*

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