

附件 3

有色金属行业智能加工工厂 建设指南（试行）

（征求意见稿）

二零一九年十一月

目 录

一、建设目标.....	1
二、建设原则.....	1
三、总体设计.....	2
（一）总体架构.....	2
（二）建设路径.....	4
（三）关键要素.....	6
四、建设内容.....	7
（一）基础设施的数字化建设与改造.....	7
（二）基于数据驱动的生产系统建设.....	11
（三）基于数据驱动的智能决策管理平台建设.....	15
（四）基于工业互联网及大数据的智能服务新模式.....	17
五、基础支撑.....	17
（一）资金投入.....	17
（二）组织规划.....	17
（三）人才队伍.....	18
（四）运营维护.....	18
（五）信息资源.....	18
（六）标准体系.....	18

为贯彻落实《关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》《新一代人工智能发展规划》及《智能制造工程实施指南（2016-2020）》等国家相关政策，切实推进有色金属加工企业智能升级，特编制本指南。

一、建设目标

结合我国有色金属生产加工行业产品品种多、订单批量小、生产工艺路线长（路径多）、产品精度要求高、生产运行速度快、物流调度频繁等特点，运用工业互联网、大数据、人工智能、5G 通讯、边缘计算、虚拟现实等前沿技术，实现工艺、装备、能源、物流等生产要素的数字化汇聚、网络化共享和平台化协同，建成集柔性化生产、产品质量全生命周期动态智能管控、供应链协同优化运营等于一体的生产稳定、协同高效、响应快捷的有色金属智能加工工厂，全面提升企业的综合竞争力和可持续发展能力。

二、建设原则

坚持企业主体，战略主导。确立企业智能工厂建设的主体责任意识，根据企业战略，结合企业区域特征、产品定位、工艺装备、管理模式、两化融合基础，明确企业智能制造建设重点。

坚持总体规划，分步实施。把握智能制造发展方向和重点，从全局、整体层面进行顶层设计，根据企业实际情况，围绕有色金属智能加工工厂建设主要环节和重点领域，兼顾

自身能力和业务需求分步推进实施。

坚持问题导向，持续优化。以解决生产经营和企业管理的实际问题为出发点，实现关键轧制设备、数控机床和控制技术的升级、突破；随着企业的战略演进、管理理念和生产组织模式的不断优化，以及经验积累促进知识转化，对智能工厂的软硬件设施和工业系统进行迭代升级，持续提升企业的智能化水平和生产效能。

坚持创新引领，数据驱动。通过工业互联网、5G 等技术夯实智能制造信息基础设施；基于数据驱动的理念，应用大数据、人工智能、边缘计算等技术提升信息系统具备学习与认知能力，解决有色金属加工过程中工艺控制的不稳定性、物流调度频繁的复杂性等问题；利用 AR/VR 等技术形成人机协同混合增强智能，充分发挥工艺技术人员智慧与机器智能的各自优势，相互启发增值，全面激发企业的创新活力。

三、总体设计

（一）总体架构

有色金属智能加工工厂建设围绕生产装备、智能感知、基础网络、信息系统、云平台等要素，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，继续挖掘系统潜在价值，同时逐步推进传统信息化业务云化部署，搭建企业

智能制造解决方案平台，实现工厂一体化智能生产管控、智能协同管理、智能决策与制造新模式创新。

有色金属智能加工工厂建设总体构架如下图所示。

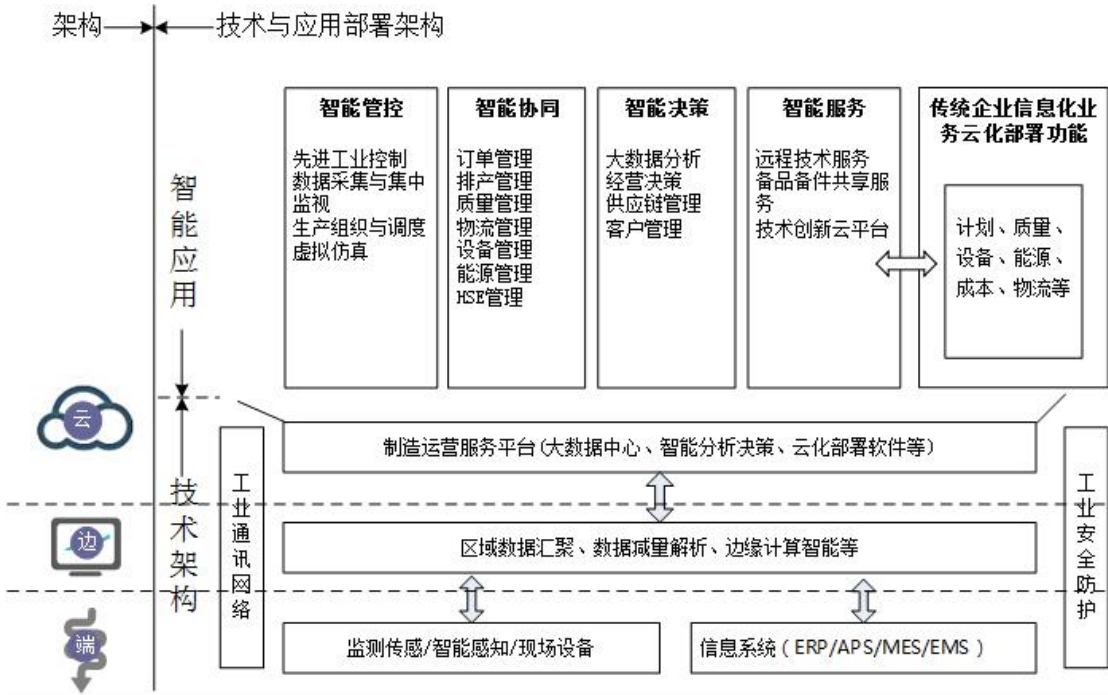


图 1 有色金属智能加工工厂总体架构

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，实现工艺、设备、能源、物流等生产要素的全面感知。

边：充分利用企业原有信息系统和控制系统数据，泛在连接各种制造资源。

云：通过软件重构，开发基于数据驱动的工业应用，实现制造资源的灵活调度和高效配置。

2. 应用架构

智能管控：聚焦生产制造层面，通过生产线的智能化改造和成套智能装备的应用，实现设备状态智能感知、精准控制、预测维护以及生产过程智能感知和控制优化。

智能协同：聚焦企业生产管理层面，通过对实时生产数据的全面感知，对产品、设备、质量、能源、物流等数据的分析，实现资源优化配置，提升企业运行效率和协同管理水平。

智能决策：聚焦企业经营管理层面，通过对采购、销售、采购、销售、财务、成本、人资、审计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。

智能服务新模式：产业层面，通过行业工业互联网、大数据、人工智能等手段，聚焦协同创新，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，实现产业资源汇集和协同、共享发展。

（二）建设路径

坚持“融合发展，并行推进”，循序渐进的推进企业智能工厂建设进程。

1. 现有工厂

依据企业实际业务特点和支撑配套条件，编制总体规划，根据加工企业实际需求紧迫程度、基础条件和资金承受能力等因素制定实施方案，明确阶段任务目标、预期效果及详细的实施计划，分步开展建设。

（1）大中型企业

开展数字化标准化建设工作，制定数据标准、流程标准、操作标准；建设数字化工厂，实现订单、工艺、计划、调度、质量、设备、产品、能源、安环等全面数字化管理。

对设备进行数字化改造，对生产过程进行自动控制，加装智能视觉监控和智能仪表，开展信息化基础设施及信息安全建设，做到工厂网络化、少人化、自动化。

以工业互联网技术为基础，建设工业大数据分析平台，充分挖掘数据潜在价值，实现设备故障智能诊断、过程参数优化、生产流程优化、数字仿真优化、经营决策优化等，打造具有自感知、自学习、自决策、自执行、自适应的有色金属智能加工工厂。

（2）中小型企业

依据企业实际情况及能力，对主要生产装备进行数字化改造，提升自动控制水平，加装智能仪表，开展信息化基础设施及信息安全建设，建立企业办公网，建设厂区安全监控网，做到生产少人化、自动化。

2. 新建工厂

依据新建企业特点和配套条件，根据可研报告、初步设计总体规划，以及企业实际需求紧迫程度、基础条件和资金承受能力等因素制定实施方案，明确阶段任务目标、预期效果及详细的实施计划，分步开展建设。

（1）规划设计阶段应完成工厂生产工艺路线设计、智能装备选型、智能物流规划等智能加工工厂总体规划。

（2）基建阶段完成对智能设备、工控网络、视频网络、信息化基础设施、安全系统、工业物联网等的建设，做到工厂设备智能化、过程自动化、网络化、少人化，实现产线之间、产线内部物料自动流转及信息自动传递。

（3）基建后期到达产期期间，开展数字化工厂建设，包括订单管理、工艺管理、计划管理、调度管理、质量管理、设备管理、能源管理、安环管理等，实现工厂全面可视化、数字化。

（4）实现达产达标后，在积累一定量数据的基础上，开始建设工业大数据分析平台，挖掘数据潜在价值，实现订单柔性优化、生产工艺优化、质量全过程管理、设备故障智能诊断、数字仿真优化、经营决策优化等，打造具有自感知、自学习、自决策、自执行、自适应的有色金属智能加工工厂。

针对不同企业特点，鼓励有条件的大型企业建设工业互联网平台，鼓励中小型企业使用工业互联网平台。鼓励企业以硬件、软件、数据等基础要素迁入云端，快速获取数字化能力，不断变革原有体系架构和组织方式，有效运用云技术、云资源和云服务，逐步实现核心业务系统云端集成，促进跨企业云端协同。

（三）关键要素

1. 高质量稳定生产

通过网络化、数字化、智能化技术，建立覆盖企业订单智能管理、生产全流程的质量管控、智能物流等系统，实现生产过程精细管控、生产高效、产品质量稳定的目标。

2. 高效供应链协同

通过供应链管理系统和客户关系管理系统，实现物料供应的快速响应、订单的敏捷反应和外部需求、内部生产能力以及外部配套能力的协同。

3. 柔性化计划排产

通过订单的数字化管理系统和智能排产系统，对客户订单自动处理，自动安排生产任务执行顺序、生产设备和排产计划，平衡各设备和工人的生产负荷，实现减少订单等待时间，实现对订单、计划和生产的动态追踪管理。

四、建设内容

围绕物联网、移动互联、云计算、大数据、人工智能、5G通讯等现代信息技术与工业自动化深度融合，在企业的感知层面、管控层面、供应链层面、决策层面实现新的运营、管控模式，推进企业转型升级，实现高质量发展。

（一）基础设施的数字化建设与改造

结合有色金属加工过程铸造、轧制、挤压、拉拔等生产工艺条件、工况特点，应用自动控制、智能感知等技术对现有轧机、挤压机、热处理炉等生产设备及其他装置进行数字

化改造或配置智能设备，完善工业网络及信息安全建设，通过生产装备的自动化、数字化、智能化改造，实现高效稳定的产品生产。

1. 智能感知

建设覆盖装备、工艺、质量、物流、能源、安全、环境等的基于数据采集和实时监控的智能感知系统。通过集成传感、测量、检测、计算、通信、控制等信息，构建生产过程与信息数据中人、机、物、环境、产品等要素相互映射、实时交互、高效协同的统一信息管理平台，实现设备、物料、生产过程、产品质量、安全环境的实时感知。

专栏 1：智能感知重点应用领域

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；对料、半成品、产成品的合金成分、物理性能、化学性能、表面缺陷等进行检测；对生产工艺参数、运行过程操作、物料流转、人员活动、能量转换等实时状态进行跟踪；对工厂周边、生产车间、库房、机房以及生产过程中粉尘、有毒有害气体、噪声、高温和排放的废水、废渣、废气等领域实时状况进行监视。

2. 智能装备

在有色金属加工生产中环境恶劣岗位、人工体力眼力反应难以企及的工况以及需大量人工低水平重复的作业环节中，选用先进控制技术和生产、物流、及仓储等智能装备，实现高效、稳定、可靠生产和物料的信息化管理、自动化流

转。鼓励有条件的企业全面采用智能装备,建设全流程自动化产线。

专栏 2: 智能装备及先进控制技术

智能物流装备: AGV 运载车、智能天车、自动运输辊道、自动装卸料装置、智能化立体仓库和平面仓库等。

工业机器人: 自动打捆机、自动喷码机、自动对中装置、自动上卸卷装置、自动上卸套筒装置、自动套筒循环装置、自动料框循环装置、自动焊接装置等。

智能检测装备: 光学视觉检测系统、涡流探伤仪、粒子检测仪、测厚仪、凸度仪、板形辊、产品轮廓检测装置等。

智能辅助设施: 全自动磨床、数控车床等。

先进控制技术: 精炼自动控制系统、轧机自动穿带(管)控制系统、一键轧制自动控制系统、二级控制系统、AGC 控制系统、AFC 控制系统、热处理控制系统、设备状态智能检测及故障诊断系统等。

3. 网络建设

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,实现对移动设备、物流、监测画面和图像进行远程传输,为设备的远程运维和生产的集中远程管控提供支撑。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。

专栏 3：5G 应用场景

智能移动装备互联互通：依托 5G 网络广覆盖、深覆盖、低功耗、大连接、低时延的特点，利用智能天车、AGV、PDA、智能堆垛机、巡检机器人等，实现物流配送、仓库管理、工厂巡检等智能化应用。

生产培训：基于 5G 网络低时延、大带宽的优势，利用 AR、机器视觉等技术对加工工艺生产过程进行虚拟仿真，对生产操作人员进行培训。

4. 信息安全

按照国家智能工厂信息安全等级保护二级及以上的规范要求规划，部署具有防火墙、防病毒、入侵检测、负载均衡、行为管理、网络安全准入、日志审计、数据库审计、堡垒机等安全管理防护功能的网络设备，保证企业网络通信安全，构建一个中心管理下的多重安全防护保障体系，即以安全管理中心为核心，涵盖物理环境安全、应用系统安全、网络安全、数据安全、通讯安全及数据备份与恢复等的技术体系。聚焦基础设施层的内外网安全、工业控制网安全及安全管理系统平台等方面，重点关注工控网安全防护建设。通过信息安全体系实现统一管控，形成主动防御、综合防护的技术保障体系，提高信息安全风险感知能力和防控能力。

（二）基于数据驱动的生产系统建设

鼓励企业基于“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。

1. 生产过程智能控制系统

（1）先进工业控制

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，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。

专栏 4：先进工业控制应用场景

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。

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。

（2）数据采集与集中监视

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。

（3）生产组织与调度

以合同订单和计划排产为依据，基于生产过程的实时工艺信息和设备运行状态信息，建设包括计划执行、资源利用、产量与质量统计分析、正常工况的优化调度、异常工况的动态调度、辅助生产调度决策等功能，做到“实时监控、平衡协调、动态调度、资源优化”，全面提升企业的生产组织管理水平。

2. 生产管理系统

基于数据驱动原理，集成计划、工艺、质量、设备、能源、安环、人员、物流及报警等管理系统，实现生产管理的智能化，提高运营效率和决策水平。

（1）订单数字化智能管理

建立订单的数字化管理系统，通过订单确认、订单状态管理、生产、入出库、发货等状态查询等，对订单进行自动化处理，实现对订单的动态追踪管理。

（2）智能计划排产系统

建立基于供应链、数据模型和智能优化算法的生产计划排产系统，综合考虑企业生产能力、设备状态、物料资源等信息，根据订单动态信息自动安排生产任务执行顺序和排产计划，平衡各设备和工人的生产负荷，实现减少订单等待时间，提高资源利用率。

（3）全面质量管理体系

建立全过程质量管理体系，对原料质量、生产过程质量、成品质量和质量改进等进行统一管理。基于生产过程的检测数据，对检验委托、试样标识、检验接收、试样测量、试样实验、报告发布等全过程进行自动跟踪管理，实现实验报告审核管理、多维度质量数据库标准管理、质量统计分析、质量可追溯管理等功能。

专栏 5：全面质量管理应用场景

制造过程管理：对过程控制系统、特殊检测设备（凸度仪、板型仪、表面质量检测系统等）相关质量数据进行全面采集，实现对制造过程现场首检、过程检验、成品检验及处置管理

检化验管理系统：从检验委托、试样标识、检验接收、试样测量、试样实验、报告发布全过程实现二维码跟踪管理，实现对原料进厂、生产过程、产成品在内的所有项目的检化验管理，。

质量统计分析：对各种质量管理考核指标进行自动统计，对质量考核指标进行各种推移分析，自动生成 KPI 指标完成情况及趋势图、各部位缺陷出现频次比例等报表和图表。鼓励企业利用 SPC、6 西格玛等统计分析技术和方法对过程质量进行监控、预警、分析和改进。

（4）物流管理系统

围绕生产物料、辅助工具的自动流转、信息管理、智能存储等进行物流规划和工厂平面设计，建立智能物流管理平台，具备物流信息管理、智能运输、智能仓储、智能调度等功能，实现对物料信息进行识别采集、跟踪和调度等智能管理。

（5）设备运维管理系统

建立设备运维管理系统，对设备和工装原始信息、设备实时状态、故障信息、保养维修、升级改造等进行全面的信息管理，实现设备故障管理、数字化报表及状态图形化展示。

（6）能源管理系统

建立能源消耗数据监控采集、动态分析、统计报表、供需预测、预警报警及平衡、调度等功能于一体的能源管理系统，对电力系统、燃气系统、水力系统、蒸汽系统的能源数据进行监控，并与生产数据实现互连互通，提供多方位、可视化的数据信息查询和决策支持服务。

（7）HSE 监管系统

基于HSE管理体系，建立与自身实际特点相适应的HSE监管系统，根据系统智能感知的相关实时数据，实现对企业人员、装备、生产和环境等状态远程监控、地图定位、统计分析、预警、报警、应急调度和预案管理演练、培训教育管理等功能。

专栏 6：安环监管应用场景

人员动态及安全管理：采用 GPS、智能光学感知等技术，对进入生产现场的人员进行全程跟踪管理，实时掌握人员位置轨迹、人员岗位状态。

安全光栅隔离：对机组传动设备区域、侧厚仪射线覆盖区域、易发生挤压伤害的张力辊组设备旁、易发生烫伤的热加工半成品堆放区域等易发生人身伤害的关键区域设置安全光栅，减少和规避意外伤害发生。

危废排放监控：对生产过程中有毒有害物质以及排放的废水、废渣、废气等进行实时监控并进行响应预警报警。

3. 加工工厂虚拟仿真

鼓励企业利用数字仿真、虚拟现实、人工智能等先进技术建设工厂或生产车间关键设备或工序的数字化仿真模型，通过与物理系统进行数据实时交互，构建数字孪生体系。

专栏 7：虚拟仿真应用场景

生产过程仿真：以设备或产品全生命周期相关数据为基础，对铸造、轧制、挤压、热处理等生产过程、设备运行进行计算机虚拟仿真，分析优化生产工艺及设备匹配关系。

产品设计仿真：利用大数据及计算机仿真技术，在虚拟状态下构思、设计、制造、测试、分析产品。

安全演练仿真：通过对生产安全故障排除、应急疏散、事故救援等进行虚拟仿真演练，合理配置安全设施，规划疏散路线，优化救援方案等。

（三）基于数据驱动的智能决策管理平台建设

1. 管理信息化平台建设

建立集采购、销售、财务、成本、人资、审计等基础信息管理系统，实现业务数据的全面集成和连贯性。将财务与销售、生产、采购、库存等业务进行信息化集成，实现业务数据和财务数据同步、同源、统一，提升决策效率。

2. 经营决策系统

建立企业经营管理驾驶舱，协助企业的决策管理层实时了解企业经营状况和做出经营决策。

3. 供应链管理系统

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，建立起双方合作共赢的战略伙伴关系，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，搭建行业供应链写作平台。

4. 客户管理系统

采用信息化、大数据等手段对客户进行管理，管理现有客户，发展潜在客户，统计分析客户的分布、行业、类型、来源，为决策提供关键信息；关注客户需求，提升客户满意度，达到增加企业利润的目标。鼓励有条件的企业建立客户管理系统，为客户开放关联业务信息、供需信息，建立更加

紧密的合作关系。

（四）基于工业互联网及大数据的智能服务新模式

鼓励有色加工企业基于工业互联网、大数据、云计算等新技术，整合社会资源，进行智能服务型制造新模式、新生态的创新、探索与实践。

专栏 8：智能服务型模式应用场景

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、VR/AR 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、技术支持中心等一体化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。

五、基础支撑

（一）资金投入

根据项目建设需求，明确资金来源，确保资金投入。制定企业资金使用管理制度，明确职责、流程、方法，确保资金使用规范与及时投入。

（二）组织规划

根据企业自身的需求，制定专项战略规划，做好顶层设

计，建立合理的组织架构，加强组织领导，设置专职管理、业务及技术运维岗位。鼓励企业将企业一把手设置为专职管理部门的负责人。

（三）人才队伍

加大人才引进和复合型人才的培养，鼓励企业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。

（四）运营维护

依据企业管理模式及生产需要编制智能加工系统运维及升级准则，规范各类智能加工系统、装备的工作流程与维护保养规程。

（五）信息资源

开展企业内部网络信息资源管理标准化工作，构筑与智能加工工厂建设规划相匹配的网络信息资源管理标准化体系，规范企业信息资源的管理和使用。

（六）标准体系

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，鼓励企业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、数据治理流程规范、数据使用规范、业务流程标准、数据库设计规范、运维服务规程、运维管理

规程。