

# 有色金属行业智能冶炼工厂 建设指南（试行）

# 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) 基础设施的数字化改造与建设.....	7
(二) 数据驱动的智能生产与管理系统的建设.....	11
(三) 基于服务型制造的智能服务应用建设.....	18
(四) 基于工业大数据的协同创新平台建设.....	19
五、基础支撑.....	21
(一) 资金投入.....	21
(二) 组织规划.....	21
(三) 人才队伍.....	22
(四) 运营维护.....	22
(五) 信息资源.....	22
(六) 标准体系.....	22

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》《智能制造工程实施指南（2016-2020）》等国家相关政策，按照《国家智能制造标准体系建设指南》的总体要求，切实推进有色金属冶炼企业智能升级，特编制本指南。

## 一、建设目标

结合我国有色金属冶炼多元素资源共生、原料品质波动大、冶炼工艺复杂等特点，在企业已有自动化、信息化建设基础上，推进互联网、大数据、人工智能、5G、边缘计算、虚拟现实等前沿技术在有色冶炼工厂的应用，实现设备、物料、能源等制造资源要素的数字化汇聚、网络化共享和平台化协同，具备在工厂层面全要素数据可视化在线监控、实时自主联动平衡和优化的能力，建成集全流程自动化产线、综合集成信息管控平台、实时协同优化的智能生产体系、精细化能效管控于一体的绿色、安全、高效的有色金属智能冶炼工厂，促进企业转型升级、高质量发展，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，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。

**坚持整体规划，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，围绕有色金属智能冶炼工厂建设主要环节和重点领域，结合企业自身能力和业务需求，分步实施，有序推进智能冶炼工厂建设。

**坚持问题导向，因企制宜。**以解决企业生产管理和经营管理的实际问题为出发点，实现关键冶炼设备和控制技术的升级、突破；充分考虑企业智能制造建设基础，结合企业对智能制造发展的需求，因企制宜地进行智能工厂建设，有针对性地完善重点领域的智能化建设。

**坚持创新引领，数据驱动。**通过互联网、5G 等技术夯实网络基础设施；基于数据和机理融合驱动的理念，应用大数据、人工智能、边缘计算等技术提升信息系统学习与认知能力，解决有色金属冶炼过程中工艺控制不稳定、设备故障复杂等问题；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，全面激发企业创新活力。

### 三、总体设计

#### （一）总体架构

有色金属智能冶炼工厂建设应采用基于工业互联网平台的云、边、端架构，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和供应链协同。参考架构如图1所示：

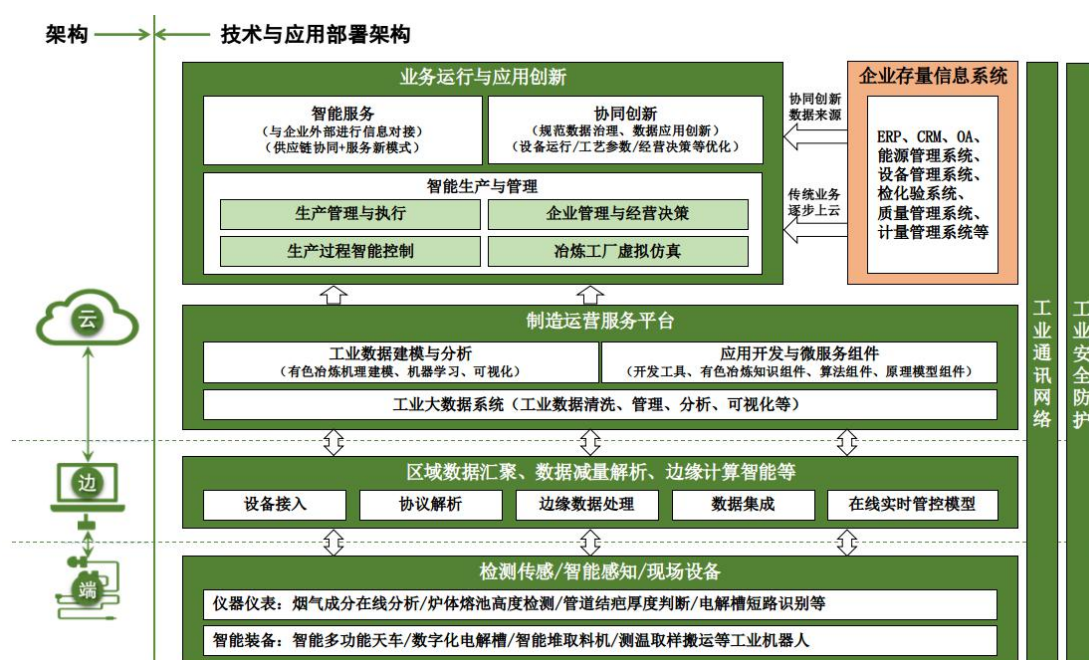


图1 有色金属智能冶炼工厂参考架构

## 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和实时决策。

**云：**通过软件重构，开发基于数据和机理融合驱动的

工业应用，实现制造资源的灵活调度和高效配置。

## **2. 智能应用**

**智能生产与管理：**聚焦企业生产制造和运营管理层面，通过对实时生产数据的全面感知、实时分析、科学决策和精准执行，实现生产过程优化；通过对产品、设备、质量、能源、物流、成本等数据的分析，实现管理决策优化。

**智能服务：**聚焦供应链层面，通过对供需信息、制造资源等数据的分析，实现资源优化配置。

**协同创新：**聚焦协同创新，通过对生产过程数据和企业运营数据的分析、挖掘，不断形成创新应用。

## **（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**

（1）依据实际业务特点和支撑配套条件，对企业智能制造基础进行评估，编制总体规划，根据冶炼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。

（2）开展信息化标准化的建设工作，制定数据标准、流程标准、操作标准；对设备进行数字化、智能化改造，

对生产过程进行自动控制,加装智能视频监控和智能仪表,开展成套智能装备应用,实现工厂数字化、网络化、少人化。

(3)建设综合集成信息管控平台,实现安环管理、设备管理、计划管理、调度管理、质量管理、能源管理等,实现工厂全面可视化。

(4)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。以工业互联网为基础,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冶炼工厂。

## **2. 新建工厂**

依据新建企业特点和配套条件,根据可研报告、初步设计编制总体规划,结合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)基建阶段完成对智能设备的提资,完成自动化、工控网络、视频网络、信息化基础设施、安全系统、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。

(2)基建后期同步开展数字化工厂建设,包括经营决



策、安环管理、设备管理、计划管理、调度管理、质量管理、能源管理等信息系统，实现工厂全面可视化。

(3) 投产并实现达产达标后，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冶炼工厂。

针对现有工厂、新建工厂的特点，鼓励有条件的企业建设工业互联网平台，鼓励中小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为先导，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. 绿色环保**

通过对污染源头、排放口和厂界等的实时自动监控和虚拟工厂建设，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，支撑企业实现发现、分析和解决环境问题的闭环管理。

#### **2. 安全生产**



通过机械化换人、自动化减人、智能化代人实现本质安全。通过建设全周期设备管理系统、全区域安健环系统、全过程的生产管理系统，建立生产企业设备、人员、生产多维度的安全管理体系。为企业提供集成一体化安全管理，故障预维护、预警报警及时准确，人员作业规范化，过程操作全指导可追溯，实现生产安全管理的“实时监控、提前预警、应急响应、管理提升”。

### **3. 高质高效**

通过生产过程智能控制系统和虚拟冶炼工厂的建设，实现生产过程管控精细、生产作业率高效、产品质量稳定；通过智能生产管理与执行系统、企业管理与经营决策系统的建设，提升企业运行效率和管理水平。全面打通工厂内外部采购、销售、研发、服务等各环节信息通道，有效整合供应链信息资源，快速响应客户需求，提升服务质量。

## **四、建设内容**

围绕物联网、云计算、大数据、人工智能、5G等新一代信息通信技术与先进制造技术深度融合，在企业的感知层面、管控层面、供应链层面、决策层面实现新的业务模式、新的管理模式，推进企业转型升级，实现高质量发展。

### **（一）基础设施的数字化改造与建设**

结合企业生产工艺条件、工况特点，应用自动控制、

智能感知等技术对沸腾炉、回转窑、闪速炉、熔池熔炼炉、电解槽等工业设备和其他基础设施进行数字化改造，完善工业网络及信息安全建设，通过生产设备的自动化、集成化、智能化改造替代人工操作，以设备改造提升和互联互通推动产线的整体升级，实现节能减排，减员增效，提高资源利用效率和优质产品率。

### 1. 智能感知

鼓励企业加快部署传感器、智能摄像机、射频识别、网关等数字化工具和设备，融合高温热管、图像识别、声音识别等关键技术，实现设备数据、产品标识数据、工厂环境数据等生产现场数据的全面采集，实时感知生产过程和关键装备运行数据和状态。

#### 专栏 1：智能仪器仪表

**通用仪器仪表：**物料成分在线检测、烟气成分在线检测、产品外观质量检测、光谱分析仪、荧光分析仪等。

**火法冶金：**炉体熔池高度检测、炉窑热场图像识别、固体物料自动取样分析、料堆形态自动监测、熔体温度在线检测、炉膛温度在线检测、熔体成分在线检测等。

**湿法冶金：**高压釜内液位检测、溶液/料浆成分在线分析/pH值在线检测、电势电位在线检测、管道结疤厚度判断、在线粒度分析仪、泥层探测仪、在线浊度仪、管道磨损检测仪器等。

**电冶金：**阴极温度在线检测、阴阳极电流在线检测、铝液与电解质水平在线检测装置、电解槽在线测温装置、热成像分析仪、电解槽极板短路自动识别等。

## 2. 智能装备

在有色冶炼生产中劳动作业强度大、作业环境恶劣(高温、多粉尘、强腐蚀、强磁场等)、人员安全风险大的熔铸、熔体开堵口、堆取料场、赤泥/尾渣堆场、电解铸造、电解槽操作、密闭容器清理等岗位,鼓励企业应用具备自我检测、自我诊断、自我调节等功能的智能装备,使用工业机器人进行熔铸加料、堆取料、扒渣、吹气、搅拌、取样、开堵口和清理等作业,降低人员劳动强度,提高生产安全性、质量稳定性和生产效率。

### 专栏 2: 智能装备

**通用装备:** 智能多功能天车、自动测温取样机器人、巡检机器人、自动取样制样装备、智能堆取料机、智能包装机、智能拆装机、金属板打磨机、智能轨道吊、AGV 移动小车、极板/铝锭/锌锭等成品自动转运机器人、产品码垛包装机器人。

**火法冶金:** 智能抓斗天车、转炉自动捅风眼机、自动浇铸机、智能打砖机、熔体自动取样机、清结焦智能机器人、自动开堵口机、自动换枪装置、阳极板拍平机等。

**湿法冶金:** 智能净化装置、智能压滤装置、自动提耙及排渣装置、溶液自动取样装置、槽罐结疤自动清洗机、结疤高压清洗车等。

**电冶金:** 多功能电解吊车、数字电解槽、自动剥板机组、自动刷洗机组、自动整形机组、极板与导杆焊接机器人、打渣机器人、移动加料车等。

## 3. 网络建设

整体规划部署企业控制网、生产网、办公网、监控网

等网络，采用工业以太网、无线通信等技术实现生产实时数据、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。

### 专栏 3：5G 的应用场景

**远程协作：**对大型炉窑熔池热场及液面高度监测画面、物流信息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。

**小型自动驾驶机器人：**依托 5G 网络广覆盖、深覆盖、低功耗、大连接、低成本的特点，利用小型自动驾驶机器人实现仓库管理、物流配送、工厂巡检等智能化应用。

**培训与应急演练：**基于 5G 网络大带宽的优势，利用 AR、机器视觉等技术对冶金工艺生产过程进行虚拟仿真，对生产操作人员进行培训和应急演练。

## 4. 信息安全

按照国家《网络安全法》以及工业互联网安全相关文件及标准规范进行规划，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、应用安全、

主机安全、网络通讯安全及备份与恢复等的技术体系。

聚焦设备控制和过程控制等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。建立健全信息安全管理制，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，提高信息安全的态势感知、监测预警、应急处置、追踪溯源能力。

## **（二）数据驱动的智能生产与管理系统建设**

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、人工智能、边缘计算等技术，解决精确建模、实时优化决策等关键问题，建立具有工艺流程优化、动态排产、能耗管理、质量优化等功能的智能生产系统，实现企业生产的绿色、安全和高质高效。

### **1. 生产过程智能控制**

#### **（1）先进工业控制**

结合工艺流程实际情况，在火法熔炼、余热锅炉、烟气收尘、高温排烟、管道溶出、萃取分离等有色冶炼重点工序流程协同困难、无法预测和自调节、调整粗放生产波动大、过程控制反应滞后、受限于人的经验和操作、无法实现精细化过程控制等领域，鼓励企业利用机理建模、虚



拟仿真、人工智能等多种手段，以工艺过程分析和数学模型计算为核心，应用先进工业控制软件，实现先进控制层的参数优化与协同。

#### 专栏 4：先进工业控制软件

**基于机理模型：**对于有色冶炼关键工序流程，基于冶金反应原理，根据工艺流程及反应理论过程，依赖热力学数据库进行体系热力学元素平衡、热平衡计算，建立冶金过程的机理模型，与生产自动化控制系统和化验分析检测系统交互，建设熔池熔炼先进过程控制系统，闪速熔炼专家系统、电解槽专家系统、氧化铝智能优化控制系统等先进工业控制软件，实现冶金平衡计算与反馈修正，为冶炼过程提供可靠经济的操作指导参数。

**基于经验模型：**结合冶炼工艺专家知识及现场操作经验，深度挖掘生产数据库的价值，利用统计分析、机器学习及大数据分析等技术手段，建立冶金过程的经验模型，通过模型训练不断提高模型泛化能力，将冶炼生产经验数学化表达，建设人工智能配料等决策优化系统，实现实际生产过程的作业指导与预测。

**基于仿真模型：**利用 CAE 仿真模拟软件，在物理仿真水模实验基础上，对冶金反应炉窑或工艺设备进行流体力学、化学反应、传热传质等多项综合模拟计算，建设熔池熔炼工艺仿真系统、制酸工艺仿真系统等虚拟仿真系统，模拟冶金炉的运行和操作，实现物理世界与虚拟系统的实时交互和高效协同，优化生产作业参数。

### (2) 数据采集与集中监视

对火法熔炼、余热锅炉、烟气收尘、高温排烟、管道溶出、萃取分离等有色冶炼重点工序的控制系统进行全面集成，建立数据采集与监视控制系统，实现全流程生产数据的集中监视、设备的远程集中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，降低劳动强度、保障生产安全。

### （3）生产组织与调度

以生产计划为依据，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、平稳工况的优化调度、异常工况的动态调度、辅助生产调度决策等功能，实现“实时监控、平衡协调、动态调度、协同优化”，全面提升企业的生产组织管理水平。

## 2. 生产管理与执行

采用业务驱动和数据驱动相结合的管理理念，围绕设备、能源、质量、仓储、物流、安全、环保、人员等企业核心业务主线，建设集成、智能、协同的生产管理与执行系统。

### （1）设备管理

综合考虑设备规划、设计、制造、采购、安装、运行、维护、升级改造、报废全过程信息，建设完备的设备状态数据库，结合大数据分析、人工智能、虚拟现实等技术，对关键核心设备建立仿真模型，实现设备故障预警、报警和预诊断。鼓励企业联合设备供应商建立标准化信息采集与控制系统、自动诊断系统、基于专家系统的故障预测模



型和故障索引知识库，实现装备远程无人操控、工作环境预警、运行状态监测、故障诊断与自修复。

## （2）能源管理

对主要能源介质数据进行自动采集、统计分析，对高能耗设备进行动态耗能监测与能耗分析，建立具有能源计划、评价、平衡与预测模型的能源系统，实现能源动态监控和精细化管理。鼓励企业基于采集和存储能源数据信息，建立能源优化模型，对耗能和产能调度提供优化策略和优化方案。鼓励企业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。

## （3）质量管理

将质量管理理念与信息化管理相融合，对质量管理流程、标准进行固化，建立具有冶金规范（包括工艺规范、检验规范和质量规范）、质量监控、检化验、统计分析、质量优化等功能的质量管理系统，对产品全流程制造过程的产品质量、工艺参数进行集成和融合，利用 SPC 的方法实现产品质量在线判定与全流程质量追溯分析。鼓励企业利用数据挖掘、深度学习的方法对混合料、电解液、合金锭、铜板等原料和产成品的质量进行在线统计、诊断、预测、分析和优化，提高产品质量的稳定性。

### **专栏 5：质量管理的关键领域**

**原料：**入炉混合物料主要金属品位控制、杂质元素控制等。

**火法冶炼：**铜阳极板、铅阳极板、高镍铈、锡阳极板、焊锡阳极板、合金锭等火法中间成品及产品的成分控制等。

**湿法冶炼：**电解液成分及 pH 值控制等。

**电冶金：**阴极铜、阴极铅、阴极锌、阴极锡、阴极焊锡、电解铝液等成分控制等。

#### （4）仓储物流管理

建立包含原料采购进厂、检斤计量、取样化验、验收入库、盘点跟踪、销售出库的无人计量与物流管理系统，实现厂外物流、出入库管理、厂内物流、生产调度等信息的全面贯通，优化厂区内物流工序产出、配送系统、车辆、人员、投料入口的实时信息，与计量、质量等信息形成联动，实现物流的高效经济运行及持续优化。

鼓励企业在仓储管理中引入无线终端、蓝牙、RFID 等技术以及 AGV、智能天车等装置，对入库、出库、移动、盘点、配料、运输等作业环节的数据进行自动采集，实现物料的跟踪追溯、自动控制和优化调度，提高仓储利用率和物料流转效率。

#### （5）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“事前计划、事中跟踪控制和

预防、事后追溯分析”的闭环安健环管理。利用声纹、图像、微波等技术，实时监测设备、管道/管线的运行状态(腐蚀、裂纹、变型、熔断、结冰等)。利用智能监控手段和定位技术，实时监控废水废气排放点及固体废物产生、处置环节，集成冶炼生产企业炉前操作平台、氧气阀站等重点安全环保区域的生产作业实时数据与环境信息，实现对除尘、脱硫设施所有运行参数、烟气排放数据的连续监测。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。

#### (6) 人员管理

鼓励企业利用卫星定位、WiFi、5G 等技术和智能穿戴设备，对进入生产现场的人员进行全程跟踪管理。建立具有能够自动感知获取人员基础信息、人员位置、安全状态、周围环境作业过程信息、统计分析作业过程数据，实时掌握人员位置轨迹、人员岗位状态的人员管理系统。当人员越界、重点设备异常、重大危险源异常等情况发生时，系统能够自动地弹出报警信息和相应的监控画面，同时将有关提醒信息推送到相关的岗位或者人员，实现系统的在线监控、智能分析、联动告警。

### 3. 企业管理与经营决策

建立集采购、销售、财务、成本、人资、项目、客户、供应商等于一体的企业管理与经营决策系统，形成企业管理驾驶舱。鼓励企业收集有色冶炼企业的生产计划、成品库存、物流运输等内部数据和原料、供应商、市场等外部数据，预测未来趋势，对决策的执行情况和结果进行客观准确的评估和反馈。

#### 4. 冶炼工厂虚拟仿真

鼓励企业利用高性能计算、人工智能等先进技术建设生产车间和工厂的关键设备或工序的虚拟仿真模型，通过与物理系统进行数据实时交互和并行验证，打造数据孪生体系。鼓励企业建设全工厂、全流程的冶炼工厂虚拟系统，分析生产的瓶颈环节，优化生产工艺流程及设备匹配关系，实现生产辅助决策与动态优化。鼓励企业通过应急疏散仿真，合理规划疏散设施及路线，根据事故场景确定最优救援方案，为疏散及救援提供辅助决策。

##### 专栏 6: 虚拟仿真场景

**冶炼虚拟工厂：**基于三维建模、冶金机理、仿真模拟、大数据等技术，建立冶金设备智能体库，通过数据互联、系统理论、虚拟技术建立冶炼工厂全生产流程全生命周期数字孪生体系，实现生产系统动态优化、生产辅助决策、大物流仿真分析、设备数据分析与故障诊断、虚拟场景展现、应急疏散模拟演练等功能。

**铜电解过程虚拟仿真：**基于数据挖掘和深度学习技术，建立阴极铜生产过程中工艺参数对洁净度影响规律的仿真模型，以及电解铜箔生产过程中工艺参数对轮廓度影响规律的仿真模型。在此基础上，基于虚拟现实技术，实现生产过程全

流程的虚拟仿真。

**锌冶炼过程虚拟仿真：**锌冶炼焙烧、浸出、净化、电解等过程的可视化虚拟仿真模型，与锌冶炼过程智能控制系统数据联通，实时显示锌冶炼过程的生产场景，提供远程访问接口，支持锌冶炼厂员工、远程专家诊断，实现虚拟生产场景和关键过程信息的集中显示，生产工艺优化和辅助决策。

**铝电解三维虚拟工厂仿真：**基于虚拟现实技术，建立铝电解槽认知漫游模块、电解槽结构模块和电解槽原理模块，实现铝电解企业全厂区貌、电解车间、配料与净化车间等车间级三维结构漫游，铝电解槽阴/阳极系统、阴极、内衬、上部结构、母线结构等局部结构剖析以及物料、电压等平衡展示。

**核心设备模拟仿真：**通过对冶金反应器内的流场、温度场、电场、磁场、应力场等多物理场耦合仿真，模拟冶金反应过程，优化冶金工艺和设备结构。

**底吹炉仿真：**模拟底吹熔炼气-液混合流动过程，通过调整氧枪排布及气体流量，抑制熔体喷溅，优化熔池内速度场分布，合理分配炉内搅拌区、沉降区位置。

**高压釜仿真：**通过模拟高压釜在搅拌情况下氧气的分布情况、停留时间和桨叶的磨损情况，优化高压釜桨叶结构选型、桨叶插入深度、进气速度、搅拌速度等结构和工艺条件，提高高压釜反应效率和浸出率。

### （三）基于服务型制造的智能服务应用建设

鼓励企业打通消费与生产、供应与制造、产品与服务间的数据流，推进研发、生产和供应链等全流程的模块化、柔性化、网络化改造，创新服务模式。

#### 1. 供应链协同

结合有色行业原料多伴生的特点，以保证生产连续为核心，结合供应链中各实体的业务需求，将供应链上的供应商、客户、合作伙伴等紧密联系起来，共享知识、信息



和利益，共担风险，实现共赢。以数据驱动为理念，优化供应商关系管理（SRM）、客户关系管理（CRM）、供应链管理（SCM）三大系统的管理和操作流程，实现资金流、物流、信息流的有序关联、高效流动。鼓励企业加快互联网与采购、销售、研发、服务的融合步伐，整合信息资源，提高企业对市场的应变能力，降低供应链综合成本。

## 2. 服务新模式

鼓励企业基于非核心生产数据以及生产工艺过程控制技术等技术等开发封装应用软件或数据服务接口，将有色金属工业知识和技术模型化、模块化、标准化和软件化，积极与行业工业互联网平台对接，形成工业 APP，为行业其他企业提供服务。

### 专栏 7：优先上云的工业 APP

**设备远程运维：**针对焙烧炉、铝电解槽等有色金属冶炼过程中的关键设备，基于设备机理、设备运行数据、企业管理数据以及相关算法模型，开发设备远程运维工业 APP，实现设备状态实时监控、指标统计分析、主动预警维护和及时运维服务。

**能源合同管理：**针对有色金属冶炼过程中能源消耗量大的工艺和设备，如氧化铝工业中的泵浦、焙烧炉等，根据企业实际情况开发能源合同管理工业 APP，为有色企业提供节能潜力诊断、可行性分析、节能项目设计与实施、节能监测和运行维护等能源管理服务。

## （四）基于工业大数据的协同创新平台建设

鼓励大型集团企业建设基于工业大数据的协同创新平台，统筹集团下属企业智能工厂建设，构建集数据资源库、先进数字化工具、虚拟仿真环境等于一体的协同创新体系，打通人、机、料、法、环等全过程数据链，提升基于大数据分析的生产线智能控制、生产现场优化等能力，加速企业生产制造向自决策、自适应转变。

### **1. 规范数据治理**

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汇总，建立统一的数据存储与管理平台，实现对基础数据、实时数据、历史数据等各类数据的集中管理。选择合理安全的数据存储架构及高效稳定的数据计算引擎和处理工具，为开展大数据的全面分析、深度挖掘、情报检索、可视化展示提供数据基础。

### **2. 数据应用创新**

基于数据驱动的理念，采用工业大数据挖掘技术从纷繁的海量数据中挖掘数据价值，采用描述性分析、预测性分析、诊断性分析和指导性分析等分析方法，对企业生产制造过程和经营管理活动中的各业务场景进行应用创新，包括设备运行优化、工艺参数优化、质量管理优化、生产管理优化、经营决策优化。



## 专栏 8：工业大数据主要创新应用场景

**设备运行优化：**通过实时监测回转窑、余热锅炉、粉煤喷吹装置、水泵、SO<sub>2</sub>风机、浓密机、压滤机等设备的运行状态数据，分析和预测设备异常，提高设备稳定性和使用效率。

**工艺参数优化：**对熔炼、溶出、浸出、萃取、电解等工段生产运行数据和生产控制数据进行分析，找出生产过程中的最优工作参数。

**质量管理优化：**基于阴极产品、锭等产品检验数据和“人机料法环”等过程数据进行关联性分析，实现实时的质量监测和异常分析，降低产品不良率。

**生产管理优化：**通过对冶炼工厂生产进度、物料管理、企业管理等数据的分析，提高排产、进度、物料、人员等方面管理的准确性，提高生产效率。

**经营决策优化：**打通生产数据与企业管理数据，建立各产线的成本模型，实现产销经营决策优化和合同的经济性分析。

## 五、基础支撑

### （一）资金投入

根据企业经营情况及实际建设需求，确定投资规模，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冶炼人才储备机制，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冶炼系统运维及升级准则，规范各类智能冶炼系统、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，构筑与智能冶炼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。