

全国有色金属 标准化技术委员会

有色标委[2021] 98 号

关于征求《有色金属行业智能制造标准体系建设指南》（征求意见稿） 的意见的函

各相关单位：

根据《国家智能制造标准体系建设指南（2021 版）》（征求意见稿）以及《2021 年工业和信息化标准工作要点》的要求，为加速推动有色金属行业智能制造标准化工作，有力支撑国家智能制造标准体系建设，在中国有色金属工业协会的指导下，全国有色金属标准化技术委员会组织编制了《有色金属行业智能制造标准体系建设指南》（征求意见稿）（见附件 1）及《编制说明》（见附件 2）。

为确保标准体系建设指南的科学性，请你单位研究提出意见，并填写《征求意见反馈表》（见附件 3），并于 2021 年 10 月 9 日前反馈至全国有色金属标准化技术委员会秘书处。

联系单位：全国有色金属标准化技术委员会秘书处。

地址：北京市海淀区苏州街 31 号 8 层，邮编：100080。

联系人：林若虚（010-62276892），李志刚（010-62275650），
白智辉（010-62225125）。

邮箱：tc243@cnsmq.com（邮件请注明：智能制造标准体系建设指南意见反馈）。

附件 1：《有色金属行业智能制造标准体系建设指南》（征求意见稿）

附件 2: 《有色金属行业智能制造标准体系建设指南》(征求意见稿)

编制说明

附件 3: 征求意见反馈表

抄报: 工业和信息化部原材料工业司

中国有色金属工业协会科学技术部



附件 1

有色金属行业智能制造标准体系 建设指南

(征求意见稿)

2021 年 9 月

目 录

前言.....	I
一、总体要求.....	1
（一）指导思想.....	1
（二）发展原则.....	1
（三）建设目标.....	2
二、体系框架.....	4
三、建设内容.....	5
（一）基础综合标准.....	5
（二）信息化平台标准.....	6
（三）智能工厂标准.....	9
（四）设计建设标准.....	13
（五）评价标准.....	14
四、组织实施.....	17
附件.....	18

前言

有色金属是重要的战略物资和生产资料，是人类生活中不可缺少的消费资料的重要材料，更是高端装备和尖端技术所需的关键构件或零部件的关键材料。目前，我国有色金属行业正处于由数量和规模扩张向质量和效益提升转变的关键期，亟需推动有色金属行业智能制造发展进程，加速前沿技术与有色金属行业融合，构建全流程自动化生产线、综合集成信息管控平台、实时协同优化的智能生产体系，实现生产、设备、能源、安全、环保、物流等资源要素的数字化汇聚、网络化共享、平台化协同和智能管控，推动有色金属行业绿色化、高效化和智能化发展。

有色金属行业具有矿山开采环境复杂、安全管理压力大，冶炼过程多元素资源共生、原料品质波动大、冶炼工艺复杂，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，这在一定程度上制约了智能制造在有色行业的广泛应用。“智能制造，标准先行”，为加快有色金属工业与新一代信息技术在更广范围、更深程度、更高水平上实现融合发展，在已有的自动化、信息化、数字化建设基础上，构建有色行业智能制造标准体系，满足有色金属行业的技术进步及智能化的发展需求，中国有色金属工业协会、全国有色金属标准化技术委员会共同组织编制了《有色金属行业智能制造标准体系建设指南》。

一、总体要求

（一）指导思想

以《国家智能制造标准体系建设指南（2021年版）》（征求意见稿）《有色金属行业智能矿山建设指南》《有色金属行业智能冶炼工厂建设指南》《有色金属行业智能加工工厂建设指南》为指导，针对有色金属行业所具有的金属品种繁多、开采环境复杂、安全管理压力大、冶炼工艺复杂、加工生产工艺路径多、产品精度要求高、生产运行速度快、物流调度频繁等产业技术特点，立足国内有色行业需求，充分发挥智能制造标准体系在推进有色金属行业智能化发展中的引领和保障作用，全面提升标准对有色金属行业的整体支撑作用，促进有色行业的技术创新，实现行业的高质量快速发展。具体体现在：

一、立足矿山、冶炼、加工的行业特点和发展需要，关注有色金属行业转型过程中的实际需求，明确企业智能制造建设重点。坚持以问题为导向，围绕矿山的本质安全、资源集约需求，冶炼的节能环保、优质低耗需求，加工的质量稳定、柔性生产需求等有针对性地研制适用于有色行业的智能制造标准。

二、充分发挥标准在推进智能制造产业健康有序发展中的指导、规范、引领和保障作用。围绕有色金属产品生产和工艺装备、质量控制和节能减排、物料管理和产品流通、数字化研发和服务等，从应用出发，将较为成熟的智能制造技术应用成果和标准化实践进行提炼和总结，建立并完善有色金属智能制造标准体系。

（二）发展原则

按照《国家智能制造标准体系建设指南（2021年版）》（征求意见稿）中提出的“统筹规划，分类施策，协同推进，急用先行，立足国情，开放合作”建设原则，以有色金属行业发展现状为契机，以有色金属行业智能制造技术升级与发展需求为目标，制定和完善有色金属行业智能制造标准体系。

1、统筹规划、突出特色

紧密围绕《国家智能制造标准体系建设指南》《有色金属行业智能矿山建设指南》《有色金属行业智能冶炼工厂建设指南》《有色

金属行业智能加工工厂建设指南》的行动目标和重点任务，建立完整覆盖基础共性标准和有色行业应用标准的智能制造标准体系。与其他行业相比，有色金属行业自身具有一定的特点，如金属品种繁多、开采环境复杂、冶炼和加工规模相对较小，且生产环境安全隐患多、智能化程度整体不高等，因此，标准体系的建设应充分结合实际生产和应用需求，以行业特色为切入点，针对现有不足加快构建适用于有色行业的智能制造标准体系，夯实有色行业智能化建设基础。

2、需求牵引、急用先行

聚焦有色金属产业需求及今后的产业升级需要，结合智能化技术在行业中的应用，将自动化、数字化、信息化的技术迭代转化为相关标准的研制并不断完善标准体系，使其进一步服务于本行业。同时，重点关注重要产品在生产设备、工艺流程、质量控制、物流管理、安全生产、绿色低碳等方面智能化升级过程中亟待解决的问题，应尽快提高智能化技术成熟度并应用于实际生产中，优先研制和实施亟需的技术标准以规范行业应用。

3、能用尽用、为我所用

根据《国家智能制造标准体系建设指南》中智能制造标准体系结构对应于智能制造标准架构三个维度的映射关系及其相关要求，有色金属行业智能制造标准的研制过程应体现重点及灵活性，进一步承接现有国家智能制造标准体系内容，在基础共性及关键技术标准方面充分发挥现行智能制造国家标准在行业内的指导作用，充分借鉴不同行业已制定标准的适用性，为我所用；将体系建设的着眼点聚焦于行业应用领域相关标准的研制，加快实现基础共性标准和关键技术标准在有色金属行业的细化和落地，使有色行业智能制造标准体系与国家智能制造标准体系形成协同配套。

（三）建设目标

以《国家智能制造标准体系建设指南（2021年版）》（征求意见稿）《有色金属行业智能矿山建设指南》《有色金属行业智能冶炼工厂建设指南》《有色金属行业智能加工工厂建设指南》为指导，针对有色金属行业发展现状、行业应用需求及未来发展趋势，分阶段建设有色金属行业智能制造标准体系，明确标准体系建设的范围、方向

和重点：

第一阶段（2021 年至 2022 年），初步完成《有色金属行业智能制造标准体系建设指南》，及时调整并不断完善有色金属行业智能制造标准体系建设方案；与国家智能制造标准化总体组形成良好沟通，全面启动有色领域的智能制造国家标准、行业标准及团体标准的申报与研制工作。重点研制数据编码、机理模型、系统架构等基础共性标准形成支撑，根据行业需求，选取铜、铝、镁、钛、贵金属等几种主要金属企业进行智能工厂通用技术要求的预研和制定，完成约 20 项标准的研究与编制，加强标准体系建设基础，初步满足有色企业数字化生产、数据交互和智能化建设的需求。

第二阶段（2023 年至 2025 年），有色行业智能制造标准体系基本形成，智能制造评价标准初步形成配套；智能生产、智能设备及智能检测应在行业中初步得到广泛的应用，相关标准较为成熟，智能制造验证标准可与其形成较为完善的配套；基于智能工厂的产品生产及智能设备应用具有完整的成熟度评价标准；工业互联网标准在企业内及部分企业间得到应用，可具备一定的数据共享、高效存储能力。在此阶段有色金属智能制造标准体系进一步健全，标准研制总数累计约 50 项，进一步满足国内有色金属行业智能化升级、验证与评价能力提升以及实现可视化及数字化控制等要求，并使有色行业智能制造标准走向国际，发挥国际市场中的主导作用。

二、体系框架

根据《国家智能制造标准体系建设指南（2021年版）》（征求意见稿）中的行业编号规则，有色金属行业的编号为CI。有色金属智能制造标准体系框架由四层架构组成。第一层为标准体系的基本对象，为有色金属行业；第二层分为5个部分，包括基础综合、信息化平台、智能工厂、设计建设及评价部分；第三层为对5个部分细分领域后，具体划分的包括术语定义、标识等18个专业及方向，第四层为对第三层的智能装备及智能生产领域细分的方向，包括控制系统、生产技术规范等5个部分。如图1所示。

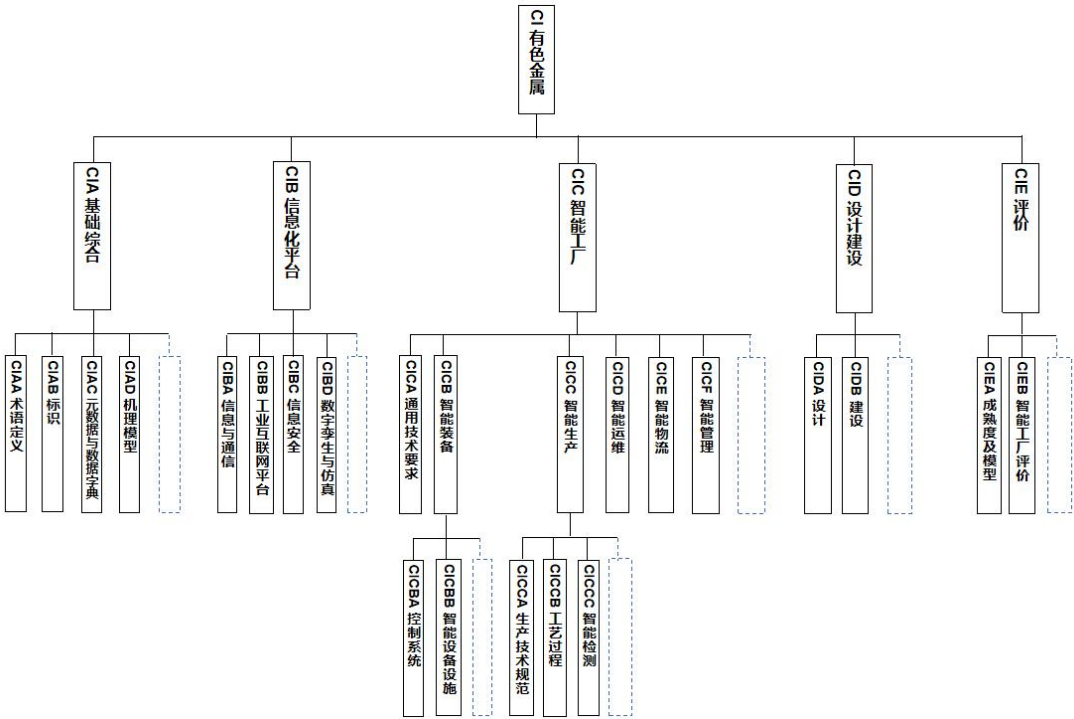


图1 有色金属行业智能制造标准体系框图

三、建设内容

（一）基础综合标准（CIA）

基础综合标准是在符合智能制造基础共性国家标准的前提下，明确适用于有色金属行业绝大多数企业的一类通用型标准，按照有色行业特点，基础综合标准可分为术语定义、标识、元数据与数据字典和机理模型四个部分，如图 2 所示。

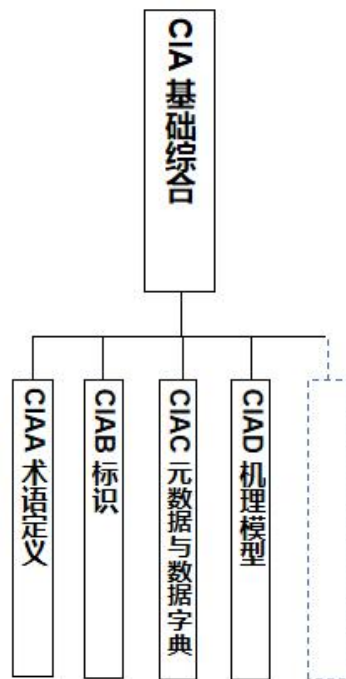


图 2 基础综合标准体系框图

1、术语定义（CIAA）

术语定义标准用于规定有色金属行业具有通用涵义的一类名词、定义，以及其所对应的外文表达等。该类标准可规范行业概念，为其他标准的制定提供基础支撑。

2、标识（CIAB）

标识标准用于对有色行业中各类对象进行唯一标识与解析，提高有色行业标识编码系统的兼容性，并能满足设备互联网协议化、智能化等智能制造要求。

3、元数据与数据字典（CIAC）

元数据与数据字典标准主要规定了有色金属智能工厂的各类数据命名规则、编码规则、编码管理规范，包括工艺、设备、产品、能

源、运维、安全、环保等不同实体的原生或衍生数据的定义、生成、应用、管理的标准和规范。该类标准基于数据驱动的理念，规范数据的分类、命名规则、描述与表达、注册和管理维护要求以及数据字典建立方法等，以便于从海量数据中挖掘数据价值，可为有色企业生产活动提供智能分析和决策支持。

4、机理模型（CIAD）

机理模型标准面向有色金属行业的过程反应机理、工艺-组织-性能匹配、设备控制与故障诊断、工艺技术指标测算、工况评价、单元工序优化、关联工序协调、全流程整体智能优化运行等功能。该类标准对有色金属工业机理模型按照一定的分类体系进行归纳和组织，对不同企业设备、工艺等机理模型开发过程进行规范化和标准化，并构建具备快速检索能力的有色金属工业机理模型库，促进不同企业之间的数据交流并支持网络协同制造建设。

基础综合标准建设重点
术语定义标准：有色金属行业通用术语、定义，涉及采选、冶炼、加工行业智能制造专用名词定义和解释的标准等。 标识标准：有色金属行业文字、产品、设备标识标准等。 元数据与数据字典标准：有色金属智能采选、智能冶炼、智能加工企业的数据资源、数据资产、数据字典标准，有色金属企业数据交互过程中的信息编码规范和管理标准，智能制造平台数据库标准等。 机理模型标准：有色金属行业智能工艺与火法、湿法冶炼反应机理模型标准，设备能效模型标准，指标控制与故障诊断机理模型标准，全流程优化与智能化运行模型标准等。

（二）信息化平台标准（CIB）

信息化平台标准规定的是行业亟需的信息化技术的通用要求。有色行业的不同企业在从自动化与信息化向智能化转型升级过程中会面临一些共性问题，涉及从设备、生产、工艺及工厂的数字仿真，及企业内各部门之间乃至不同企业、整个行业数据的互联互通等。该类

标准的制定可有效打通数字化、信息化在行业中应用的各个环节，促进行业整体的信息化水平发展。可分为信息与通信、工业互联网平台、信息安全和数字孪生与仿真标准四个部分，如图 3 所示。

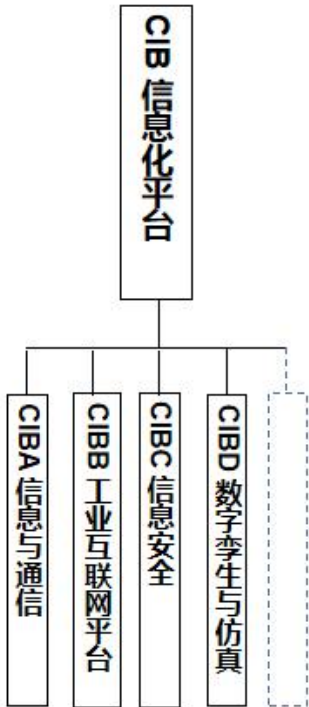


图 3 信息化平台标准体系框图

1、信息与通信（CIBA）

信息与通信标准用于规范有色金属行业各类信息采集技术、装置的技术参数，以及用于信息传输的无线网络通信与有线网络通信技术应用、实体网络布局建设和网络运维技术等。

2、工业互联网平台（CIBB）

工业互联网平台标准规定了企业内网、外网、生产网等网络的体系架构、网联技术和网络设备等技术规范。采用工业以太网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。同时，需重点研制工业互联网安全及安全管理系统平台技术规范标准，重点关注工业互联网安全防护建设。

3、信息安全（CIBC）

信息安全标准涉及有色行业信息传递、数据表达、数据应用等场景中的安全问题，该类标准的制定可为数据的应用和管理提供安全技术支持。

4、数字孪生与仿真（CIBD）

数字孪生与仿真标准规定了有色金属智能工厂数字孪生和仿真需求调研内容、开发内容、开发流程、技术体系等，可有效推动不同维度和粒度的工业知识重新组装，以动态实时的方式将建立的模型、收集的数据做出高度写实的分析，使生产运行、资产管理、流程管理、HSE 管理、工艺与质量管理、运行数据分析等可视化，实现对工业对象和工业流程的全面洞察，提高数据建模、参数调整、异常预警、生产优化和决策分析的能力，促进矿山、冶炼、加工企业工艺控制、生产管理、设备维护、安全预警、故障处置等的优化。

信息化平台建设重点

信息与通信标准：有色金属行业信息标识标准、信息采集标准、厂区全环境监控标准、生产工艺监控标准、有线及无线网络通信技术应用与网络建设标准、设备访问数据类型和通讯协议标准等。

工业互联网平台标准：针对有色金属行业的工业互联网平台开发、设计和技术应用规范标准、5G 及物联网的开发及应用技术规范标准、数据接入及工业互联网安全标准、网络设备技术规范标准等。

信息安全标准：有色行业信息传递、数据表达、数据应用安全标准等。

数字孪生与仿真标准：数字孪生工艺、数字孪生流程、数字孪生产线、数字孪生装备、数字孪生产品等数字孪生体模型标准；矿山、冶炼、加工智能工厂及生产工艺的数字化设计、产品生产的质量预测和分析、关键工序的数据建模、关键设备的运行和维护仿真及生命周期分析、故障预判及处置技术、数字（图形）对物理的驱动及增强现实技术、有色金属流程制造业全流程仿真集成计算标准、跨尺度计算标准、高通量计算标准、计算模型构建等标准。

（三）智能工厂标准（CIC）

智能工厂标准主要可分为通用技术要求标准、智能装备、智能生产、智能运维、智能物流和智能管理六个部分。其中，智能装备又可细分为控制系统、智能设备设施两个部分；智能生产又可细分为生产技术规范、工艺过程和智能检测三个部分。如图 4 所示。

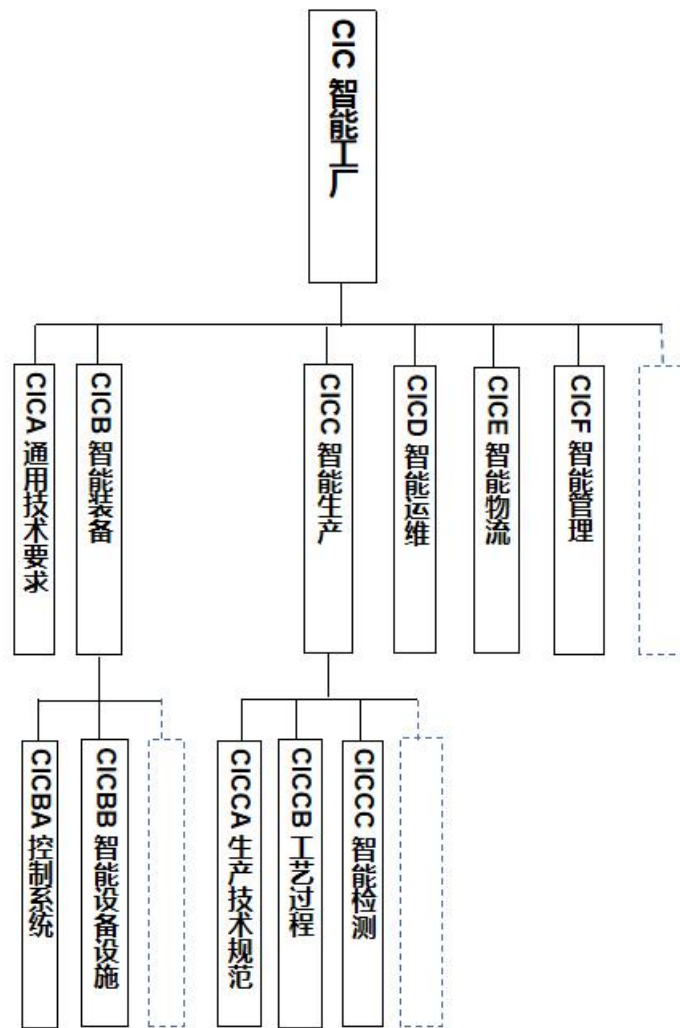


图 4 智能工厂标准体系框图

1、通用技术要求标准（CICA）

通用技术要求标准主要针对有色企业缺乏对于智能工厂整体生产目标的把控和整体性的实施方案的问题，有针对性地通过标准的制定，在精确结合有色金属行业特点的基础上对智能工厂的生产、物流和管理等进行总体规划和要求，从而推动智能工厂稳步有序推进，确保智能工厂的生产过程规范化、系统集成规范化、产品制造过程智能化。其主要分为智能矿山、智能冶炼与智能加工工厂通用技术要求三

个部分。

2、智能装备标准（CICB）

智能装备标准主要可分为控制系统标准、智能设备设施标准和工业机器人标准三个部分。

①控制系统标准（CICBA）

控制系统标准主要规定了有色金属智能装备的控制技术规范及应用工艺技术规范，如铅锌智能矿山井下无人驾驶系统技术的应用等。通过生产装备的智能化改造，简化控制流程，优化生产工艺，降低能耗及污染物排放，促进相关企业对现有生产设备等进行技术升级，有效提高产品的生产效率，降本增效，节能减排。

②智能设备设施标准（CICBB）

智能设备设施标准主要包括有色金属行业智能制造所采用的设备设施设计、应用等技术规范，以及工业机器人标准。可确保设备设施集成的规范性、协同作业的安全性、通信接口的通用性及管控作业的灵活性。该类标准的制定有利于实现对装备的智能控制，也可以极大提高有色生产安全水平与运行效率。同时，有色金属行业矿山、冶炼等环境复杂，生产条件恶劣，技术要求高，智能设备标准的建立也可有效避免恶劣环境因素带来的生产安全问题，并可有效提高生产效率。工业机器人标准规定了应用于有色金属行业各个领域的专用工业机器人的应用及维护技术标准等。如有色金属矿山工业机器人作业规范、自动清淤机器人技术规范、自动扒渣机器人技术规范等行业应用标准。

3、智能生产标准（CICC）

有色行业生产流程长，工艺复杂，资源消耗较大且部分工序难以精确控制，对生产工艺进行智能化改造是刻不容缓的，因此也亟需智能生产标准以规范工艺流程。智能生产标准主要用于规定有色金属行业智能制造环境下各工序生产过程中计划调度、生产执行、质量管控、设备管理等技术规范，通过大数据分析、人工智能等手段，基于生产数据对生产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，有利于实现有色行业多种复杂环境下的智能生产全流程控制。

智能生产标准主要可分为生产技术规范、工艺过程、智能检测和安全四个部分。

①生产技术规范标准（CICCA）

生产技术规范标准主要用于规定有色金属行业智能制造环境下智能工厂整体各工序生产过程中计划调度、生产执行、质量管控、设备管理等技术规范，通过大数据分析、人工智能等手段，基于生产数据对生产全过程进行控制优化调整，是基于生产平台、生产厂及生产企业的一类技术规范标准。

②工艺过程标准（CICCB）

工艺过程标准主要针对有色行业各工艺流程的信息化和智能化，该类标准的制定，可有效提高自动化、信息化与智能化在不同生产工艺阶段中的比例，对生产流程、数据进行实时监测和监控，应用大数据等对参数进行在线优化，实现工序的无人及稳定运行，提高生产效率，提升产品质量。

③智能检测标准（CICCC）

智能检测标准主要用于规定有色金属矿山、冶炼、加工工厂的在线智能检测系统技术体系和建设方案，为工厂内部和服务厂商提供智能化运营的在线智能检测系统技术及建设规范。标准的制定可对行业在线检测进行规划，合理优化和设计在线检测系统和设备，统一数据接口，通过检测分析提高工序效率，加快整体流程的智能化发展。

4、智能运维标准（CICD）

智能运维标准主要用于有色企业开展运维服务等方面。将信息化和网络化融入有色行业生产装备安全数据采集、故障诊断和预测性维护及生命周期管理，实施风险分级管控，实现对生产装备的远程运维，可以极大提高有色生产安全水平与运行效率，为设备设计及制造工艺改进等后续产品的持续优化、投资或成本管理提供支撑。

5、智能物流标准（CICE）

有色金属产品存在品种繁多，加工规模小，订单多样等特点，这也造成产品的规格多样化、批次数量大、运输成本高等问题，因此需建立适用于本行业的物流系统来应对。智能物流标准可规范集成智能化仓储和物流技术，有效介入原料、中间物料、产品的出入库、计量

和运输等全流程,对产品的分拣、配送路径等进行全流程的智能监控,实现全面的物流智能化管理,降低运输成本,提高产品质量,也有助于为产品库存结构、销售计划等提供数据支撑,减少货物积压,促进周转。

6、智能管理标准（CICF）

智能管理标准主要包括原料采购、产品销售等资源管理类技术规范标准,同时也包括设备管理（设备规划、设计、制造、采购、安装、运行、维护、升级改造、报废全过程信息管理）、质量管理（质量管理流程、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,利用统计过程控制等方法实现产品质量在线判定与全流程质量追溯分析）、工艺流程管控、生产人员管理、生产安全管理、能源管理、职业危害防治管理、环保设施运行与监测管理等标准。该类标准的制定可指导智能生产和智能检测标准的规范化,确保智能生产的稳定运行。

智能工厂标准建设重点
通用技术要求标准：智能矿山、智能冶炼、智能加工工厂的通用技术要求标准。 智能装备： ①控制系统标准：智能矿山、智能冶炼、智能加工工厂所使用的智能装备的控制技术标准及工艺技术标准。 ②智能设备设施标准：智能采矿、选矿、冶炼、加工设备标准，智能设备的设计与应用、数据接口、通信传输、环境感知、系统安全标准，应用于有色金属行业的工业机器人的应用、作业与维护技术标准等。 智能生产标准： ①生产技术规范标准：智能矿山、智能冶炼、智能加工工厂整体所采用的生产技术规范类标准等。 ②工艺过程标准：有色金属采选、冶炼、加工领域专家系统技术规范标准，各领域的生产工艺技术规范标准等。 ③智能检测标准：智能检测设备技术规范标准，在线检测控制系

统、数据接口、环境感知、故障检测与诊断技术标准等。

智能运维标准：设备运行状态分析、设备信息采集、远程故障分析及预测、设备运行优化等设备运维标准。

智能物流标准：物流信息标识、出入库输送系统、作业调度、信息处理、作业状态及装备状态的管控、货物实时监控等智能仓储标准；物料智能分拣系统、智能计量与取样、配送路径规划、配送状态跟踪等智能配送标准。

智能管理标准：有色金属物料管理标准，工艺流程管控标准，生产人员管理标准、智能矿山井下作业安全管理、有色金属冶炼及加工安全技术规范等生产安全管控标准、能源管理标准、职业危害防治管理标准、环保设施运行与监测管理等标准。

（四）设计建设标准（CID）

设计建设标准主要针对有色行业内普遍存在多元化建设的问题，通过顶层设计对智能工厂的基本功能、设计要求、设计模型等进行总体规划；并且通过标准的制定，规定智能工厂建设和技术改造过程，通过智能工厂建造过程的控制与约束，确保智能工厂建设质量、建设周期、建设成本等预定目标的实现。设计建设标准主要分为设计和建设两个部分，如图 5 所示。

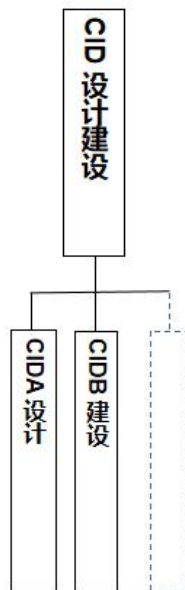


图 5 设计建设标准体系框图

1、设计标准（CIDA）

设计标准主要规定了有色金属智能矿山、冶炼及加工工厂设计的原则、目标、总体架构、路径、关键要素等通用技术规范，主要包括智能矿山、冶炼及加工的基本功能、设计要求、设计模型等总体规划标准，适用于指导有色金属行业智能工厂的规划和设计。

2、建设标准（CIDB）

建设标准主要适用于有色金属智能矿山、冶炼及加工工厂智能建设规范化。该类标准的制定有利于统一有色行业智能工厂的建设思路，指导企业运用工厂布局、互联互通、数据共享、智能装备等方面开展智能工厂建设，为有色行业智能工厂的建设奠定基础，有利于促进智能工厂的建设与运营管理水平的提升。

设计建设标准建设重点
设计标准：几种主要有色金属智能工厂设计规范标准等，主要包括设计要求、设计模型、系统架构、布局及工艺流程模型、生产协同设计等内容。 建设标准：几种主要有色金属智能工厂建设规范标准等。

（五）评价标准（CIE）

在企业进行技改和具体的智能项目实施过程中，如何对智能工厂的设计和建设、设备的自动化和信息化层级、工艺流程的智能化程度以及产品的智能底蕴进行有效和合理的验证和评价将是项目顺利实施的关键点。该类标准的制定，可有效对有色行业已有和待建智能制造项目进行评估，进一步指导企业的智能化建设，使企业尽快形成具有自身特点的建设思路，明确建设要求和目标，最终规范有色领域的智能建设过程，并为具体的验证和评价工作提供技术支撑。评价标准分为成熟度及模型和智能工厂评价两个部分，如图 6 所示。

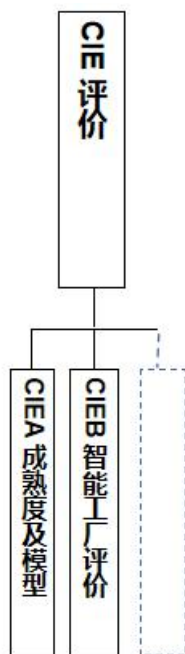


图6 评价标准体系框图

1、成熟度及模型标准（CIEA）

有色行业工艺流程复杂，在企业智能化过程中，不断产生的先进的、适用性广的装备和工艺应采用标准对其进行固化，评价其执行和应用的成熟度阶段并适时推广，促进行业整体的智能化发展。成熟度标准适用于有色行业智能制造企业所采用新设备、新工艺等方面成熟度的评估和验证，同时，该类标准也包括成熟度模型的设计和应用，可为企业的生产和管理提供有效的技术支撑，促使更多企业实施技改，提升企业自身的智能化生产水平。

2、智能工厂评价标准（CIEB）

智能工厂评价标准适用于智能工厂设计方案及实际建设成果的评价，有利于促进有色企业加强智能制造顶层框架的规划意识，并根据行业现状明确智能化建设目标，有效识别行业智能制造现状，为企业实施智能化改造提供数据支持。评价方法标准可统一评价过程，指导各方开展智能工厂建设及智能制造评价，最终有利于企业提升生产力，加速实现智能化改造。

评价标准建设重点

成熟度标准：有色金属行业智能化技术开发成熟度模型标准、产品设计与工艺成熟度规范标准等。

智能工厂评价标准：有色金属行业智能工厂总体规划、设计、建设实施评价等标准。

四、组织实施

（一）统筹规划、分步实施

在标准主管部门的统一部署下，在中国有色金属工业协会的指导下，积极发挥多部门协作的机制，及全国有色标委会智能制造标准化工作组专家的作用，开展有色行业智能制造标准体系的规划和建设。应立足于有色金属行业发展现状及实际发展需要，基于“共性先立、急用先行”的原则，优先加快一批行业基础综合标准及行业亟需标准的研制，逐步实现传统有色行业与智能化的融合。

（二）技术先行、促进转化

加快有色金属行业智能化技术创新，加速重要成果的转化，并重点研制适用性较强的有色领域基础共性标准及关键技术标准。发挥智能制造工作组的平台优势，有效验证标准研制的合理性和实施的可行性，使智能制造标准为有色行业的智能化升级提供可靠的数据和技术支撑。

（三）加强宣贯、开展交流

充分发挥有色标委会及行业协会的影响力，通过多方渠道对有色金属行业智能制造及智能制造标准体系进行广泛宣传，加大智能制造概念在本行业内的受众面，促进智能制造标准在企业中的应用和实施，使标准化在有色行业智能化转型升级中发挥更好的支撑引领作用。加强有色行业上下游企业间的交流与合作，确保所执行标准的适用性，提升标准的行业应用水平；同时，发挥国内国际标准“双轮驱动”的作用，促进智能制造标准的国际交流，利用我国有色金属行业优势，推动标准走出国门，迈向国际。

（四）及时评价、动态更新

智能制造标准工作组定期组织专家对智能制造企业进行调研，并对行业内实施的智能制造标准进行应用评价，根据实地调研情况及评价结果，并结合企业实际需求对标准体系进行动态更新；根据体系建设的不同阶段，定期修订《有色金属行业智能制造标准体系建设指南》。

附表：

拟研制的有色行业智能制造标准项目列表

总序号	序号	标准/方向名称	状态
CIA 基础综合			
CIAA 术语定义			
-	-	-	-
CIAB 标识			
1	1	有色金属智能矿山信息标识技术规范	
CIAC 元数据与数据字典			
2	1	智能制造 大数据驱动的动态实时优化算法库开发规范	审核中
3	2	有色金属矿山物联网信息统一编码通用技术规范	审核中
4	3	有色金属行业矿产大数据体系技术规范	待审核
5	4	电解铝全流程数据规范	预研
6	5	有色金属冶炼智能工厂统一编码通用技术规范	
7	6	有色金属智能矿山数据采集与存储技术规范	
8	7	有色金属冶炼智能工厂数据治理规范	
CIAD 机理模型			
9	1	有色金属行业工业机理模型开发规范	待审核
10	2	有色金属行业制造运营管理数据模型特性规范	预研
11	3	有色金属工业互联网平台机理模型通用要求	
12	4	有色金属行业企业架构技术规范	
CIB 信息化平台			
CIBA 信息与通信			
13	1	有色金属行业检测实验室信息管理系统建设技术规范	待审核
14	2	铅锌矿山数据通信与开放系统互联技术规范	预研
15	3	有色金属露天矿设备数据传输通信采集技术规范	
16	4	有色金属智能加工工厂基础网络与数据中心技术规范	
17	5	有色金属冶炼行业大数据中心构建技术规范	
18	6	电解铝生产专家系统技术规范	
19	7	有色金属智能工厂无线通信技术规范	
CIBB 工业互联网平台			
20	1	智慧配电室及监控云平台技术规范	预研
21	2	铜加工工业物联网平台设计规范	
22	3	有色金属冶炼智能工厂工业互联网平台统一技术规范	
CIBC 信息安全			
-	-	-	-

总序号	序号	标准/方向名称	状态
CIBD 数字孪生与仿真			
23	1	有色金属智能矿山数字孪生技术规范	
24	2	有色金属智能冶炼工厂数字孪生技术规范	
25	3	有色金属智能加工工厂数字孪生技术规范	
26	4	有色金属行业数字仿真技术规范	
CIC 智能工厂			
CICA 通用技术要求			
27	1	有色金属行业智能矿山通用技术要求	审核中
28	2	有色金属冶炼智能工厂通用技术要求	待审核
29	3	铝用炭素产业智能制造技术规范	在研
CICB 智能装备			
CICBA 控制系统			
30	1	新型碳碳复合材料整体成型内衬的铝电解槽燃气焙烧启动技术规范	待审核
31	2	烟气制酸管道联锁控制智能控制系统	待审核
32	3	有色企业智能化散碎原料库和堆场无人值守系统技术规范	预研
33	4	金属矿山无轨装备智能控制通用技术要求	
34	5	金属矿山有轨装备智能控制通用技术要求	
35	6	矿山提升自动化控制系统技术规范	
36	7	矿山智能配电与融合控制系统技术规范	
CICBB 智能设备设施			
37	1	铝电解槽智能打壳系统技术规范	待审核
38	2	铝用炭阳极炭碗自动填料（湿料）设备技术规范	待审核
39	3	铜冶炼转炉智能捅风眼机技术规范	待审核
40	4	铝电解槽用新型碳碳复合材料整体成型内衬的智能机器人操作技术规范	待审核
41	5	智能电解槽技术规范	预研
42	6	铝土矿智能化堆取料设备技术规范	
43	7	有色企业散碎料智能化桥式抓斗起重机技术规范	
44	8	矿山无人机巡视技术规范	
45	9	余热锅炉智能振打清灰装置应用技术规范	
46	10	有色冶炼智能加压浸出设备技术规范	
47	11	有色冶炼厂智能冶金炉技术规范	
48	12	地下矿山智能爆破装药设备通用技术条件	
49	13	矿山工业机器人作业标准	
50	14	智能水下清淤机器人技术规范	

总序号	序号	标准/方向名称	状态
CICC 智能生产			
CICCA 生产技术规范			
51	1	氢氧化锂智能生产规范	待审核
52	2	锌冶炼智能生产规范	待审核
53	3	有色金属行业贵金属智能冶炼生产规范	待审核
54	4	铜矿采选智能生产规范	预研
55	5	铜加工智能生产规范	预研
56	6	铝加工智能生产规范	
57	7	铝土矿采选智能生产规范	
58	8	铝电解炭阳极智能生产规范	
59	9	氧化铝智能生产规范	
60	10	铜冶炼智能生产规范	
CICCB 工艺过程			
61	1	铝熔体在线测渣方法 电敏感区法	在研
62	2	散装重有色金属精矿智能取样系统技术规范	待审核
63	3	载流分析仪器动态标定方法	预研
64	4	有色金属矿山高浓度膏体智能充填系统集成技术规范	
65	5	原铝及铝合金自动制样技术规范	
66	6	电解质自动制样技术规范	
67	7	铝土矿自动制样技术规范	
CICCC 智能检测			
68	1	电子铝箔检测检验技术规范	预研
69	2	铝及铝合金直读光谱试样智能化检测技术规范	预研
70	3	铝加工产品检测检验技术规范	
71	4	有色金属加工能耗数据采集技术规范	
72	5	尾矿库在线智能检测系统技术规范	
CICD 智能运维			
73	1	有色冶金生产装备智能运维系统技术规范	
CICE 智能物流			
74	1	有色金属冶炼行业物流智能管理系统技术规范	预研
75	2	铝用阳极炭块智能仓储管理技术规范	
CICF 智能管理			
76	1	有色金属矿山井下作业人员管理系统运行管理规范	
77	2	氢氧化锂行业转动设备健康状态管理通用技术要求	
78	3	智能矿山生产经营管理系统技术规范	
79	4	有色金属采购管理数字化规范	

总序号	序号	标准/方向名称	状态
80	5	有色金属销售管理数字化规范	
CID 设计建设			
CIDA 设计			
81	1	铜铝加工智能工厂设计规范	预研
82	2	铝冶炼智能工厂设计规范	
83	3	电极箔智能工厂设计规范	
CIDB 建设			
84	1	有色金属行业智能矿山建设规范-采矿部分	
85	2	有色金属行业智能矿山建设规范-选矿部分	
86	3	有色金属行业智能矿山建设规范-冶炼部分	
CIE 评价			
CIEA 成熟度及模型			
87	1	有色金属冶炼智能工厂能力成熟度模型	预研
88	2	有色金属矿山智能工厂能力成熟度模型	预研
89	3	有色金属加工工厂智能制造能力成熟度模型	
CIEB 智能工厂评价			
90	1	有色金属智能冶炼工厂评价技术规范	预研
91	2	有色金属智能加工工厂评价技术规范	

注：该列表根据标准的申报、立项和发布情况持续更新。

附件 2

《有色金属行业智能制造标准体系 建设指南》（征求意见稿） 编制说明

2021 年 9 月

一、编制背景

（一）任务来源

2015 年，我国提出《中国制造 2025》（国发[2015]28 号），其中提及的五大工程即包括智能制造工程和高端装备创新工程。2016 年，工业和信息化部、财政部联合制定了《智能制造发展规划（2016-2020 年）》，以配合《中国制造 2025》的贯彻落实，全力推进我国供给侧结构性改革部署，并将发展智能制造作为长期坚持的战略任务。为全面落实《智能制造发展规划（2016-2020 年）》中关于智能制造标准化的工作要求，工业和信息化部与国家标准化管理委员会联合印发了《国家智能制造标准体系建设指南（2015 年版）》（工信部联装〔2015〕485 号，2015 年版）和《国家智能制造标准体系建设指南（2018 年版）》（工信部联科〔2018〕154 号，2018 年版），构建形成了国家智能制造标准化顶层设计，并逐步指导钢铁、建材、石化、有色金属等 16 个细分行业开展智能制造标准体系建设。在《2020 年全国标准化工作要点》（国标委发〔2020〕8 号）及《2021 年全国标准化工作要点》（国标委发〔2021〕7 号）中均提到需建设细分行业的智能制造体系，同时，工信部在 2021 年标准化工作重点中明确启动编制钢铁、石化、有色金属、建材、纺织、汽车、电力装备等行业智能制造标准体系建设指南的工作，推动行业智能制造的发展。

为贯彻落实国标委、工信部对行业智能制造标准化工作的要求，充分掌握两化融合在有色金属行业的发展趋势，深入探讨企业在智能制造领域的迫切需求，梳理行业智能制造标准化工作思路，明确工作重点，推动我国有色金属行业智能制造标准化工作的有序开展，全国有色金属标准化技术委员会在国家智能制造标准化工作总体组、工业和信息化部、中国有色金属工业协会、成员单位和行业专家的参与和支持下，组织协调各企业、科研院所、行业协会和高校等相关方开展了《有色金属行业智能制造标准体系建设指南》的编制工作。

（二）有色行业智能制造标准化工作情况

在《国家智能制造标准体系建设指南》的指导下，全国有色金属标准化技术委员会逐步开展有色行业的智能制造标准化工作，并启动编写有色行业的标准体系建设指南。有色金属行业具有矿山开采环境复杂、安全管理压力大，冶炼过程多元素资源共生、原料品质波动大、冶炼工艺复杂，加工行业产品品种多、订单批量小、生产工艺路线长、产品精度要求高、生产运行速度快、物流调度频繁等特点，这在一定程度上制约了智能制造在有色行业的广泛应用，也进一步导致了智能制造标准化工作在有色行业推进的速度缓慢。据统计，已发布的 285 项智能制造国家标准中，尚未有由中国有色金属工业协会提出并由有色标委会归口的国家标准项

目；在行业标准领域，截至启动指南编制工作前，无现行的有色行业智能制造行业标准。

为推动有色金属企业的转型升级，进一步提高有色金属行业生产装备和工艺水平，提升企业生产智能化能力，促进行业高质量发展，根据工业和信息化部的工作部署，中国有色金属工业协会于2019年4月启动了《有色金属行业智能制造建设指南》项目，并委托全国有色金属标准化技术委员会组织开展指南的编制工作。2019年5月，编制组分别对矿山、冶炼及加工企业进行了实地考察，初步了解了行业智能制造的现状、做法、需求等，对指南的编制基本形成了统一思路。经过多轮研讨与征求意见，2019年9月，于内蒙古包头市召开《有色金属行业智能制造建设指南》评审会，会上对矿山、冶炼、加工三部分建设指南进行了审定。2020年4月，工信部、发改委、自然资源部联合发布了《有色金属行业智能矿山建设指南（试行）》《有色金属行业智能冶炼工厂建设指南（试行）》《有色金属行业智能加工工厂建设指南（试行）》等三项建设指南。为配合指南的顺利实施，同年5月，中国有色金属工业协会组织成立了“有色金属行业智能制造联盟”，并且联盟下设标准化工作组，由全国有色金属标准化技术委员会牵头组织相关工作的推进，旨在通过加强有色金属行业智能制造标准化工作，支撑和引领行业智能制造发展。

经过与国家智能制造标准化总体组的有效沟通，全国有色金属标准化技术委员会启动了《有色金属行业智能制造标准体系建设指南》（以下简称“指南”）的编写工作。为配合“指南”的编写工作，进一步了解有色行业智能制造发展现状及标准需求，2020年10月，有色标委会下发了《关于征集有色金属行业智能制造标准项目计划的通知》（有色标委[2020] 89号），面向行业各界广泛征集智能制造相关的国家、行业和协会标准，征集到的标准项目及制定方向经筛选和论证后择优被列入“指南”中。

根据现有标准化工作思路，有色标委会于2021年1月启动有色行业智能制造标准工作组的组建工作，并于2月下发了《关于征集全国有色金属标准化技术委员会智能制造标准化工作组委员的通知》（有色标委[2021]12号），向社会广泛征集工作组委员，以借助专家的力量更好地推动标准制修订、“指南”编写等工作。文件下发后，收到了各科研院所、企业及第三方机构的积极响应，有色标委会也就指南的编写思路等问题与相关单位进行了广泛和深入的沟通。

因智能制造标准制定后，最终需要在有色行业各企业中落地和实施，标准体系在建立过程中也需切实以目前国内有色行业的智能化进程为依据，发挥典型企业的引领作用，“指南”在编写过程中也在逐步明确有色行业智能制造的发展布局，充分发挥其在行业智能化发展中顶层设计的作

用。通过研究新技术、新工艺在有色行业应用的融合度，以及切实了解企业对智能制造发展的迫切需求，“指南”可促进有色企业加快形成完整的智能制造产业链，固化先进制造技术和成功经验，也可在不断的修订过程中调整和明确下一步标准化工作的目标和重点方向。

二、编制原则

紧密围绕《国家智能制造标准体系建设指南》《有色金属行业智能矿山建设指南》《有色金属行业智能冶炼工厂建设指南》《有色金属行业智能加工工厂建设指南》的行动目标和重点任务，建立完整覆盖基础共性标准、关键技术标准和行业应用标准的智能制造标准体系。标准体系的建设应充分结合实际生产和应用需求，以行业特色为切入点，夯实有色行业智能化建设基础。

“指南”应承接现有国家智能制造标准体系内容，在基础共性及关键技术标准方面充分发挥现行智能制造国家标准在行业内的指导作用，充分借鉴不同行业已制定标准的适用性，为我所用；将体系建设的着眼点聚焦于行业应用领域相关标准的研制，加快实现具有行业特色的标准以及行业亟需的标准在有色金属行业的细化和落地，使有色行业智能制造标准体系与国家智能制造标准体系形成协同配套。

三、编制过程

全国有色金属标准化技术委员会在国家智能制造标准化工作总体组、工业和信息化部、中国有色金属工业协会、成员单位和行业专家的参与和支持下，组织协调各企业、科研院所、行业协会和高校等相关方参与“指南”的修订，具体编制过程如下：

（一）启动阶段

2020年10月，全国有色金属标准化技术委员会根据前期的调研情况对有色行业智能制造发展情况进行了总结和分析，并对国内多家有色企业及科研院所的智能制造标准需求进行摸底，研究智能化建设及智能制造标准工作推进工作中存在的问题。2020年10月～2021年2月，有色标委会两次下发了《关于征集有色金属行业智能制造标准项目计划的通知》（有色标委[2020] 89号）及《关于征集2021年有色金属国家标准、行业标准、协会标准项目计划的通知》（有色标委[2021] 13号），并累计征集到约100余项有色金属领域的行业、协会标准项目及拟制定方向。在梳理标准项目及与相关企业沟通的过程中，初步确定了“指南”的编制原则和编制思路，形成工作计划。

（二）编制阶段

2021年2～4月，有色标委会就“指南”编制内容与标准工作重点等内容多次与行业内企业及科研院所进行线上

研讨，与来访企业进行了充分的交流和沟通，并就有色行业智能制造重点发展方向咨询了部分专家，根据标准化工作思路，进一步明确了体系建设的重点方向及编制原则。经过数次讨论及几轮的修改，形成了《有色金属行业智能制造标准体系建设指南》（草案）。

（三）研讨阶段

2021年5月，有色标委会组织召开有色金属行业智能制造标准体系建设指南研讨会（有色标委[2021]39号），会上，来自中国电子技术标准化研究院、中国恩菲工程技术有限公司、中铝智能科技发展有限公司、中南大学等多家单位对“指南”提出修改意见，根据反馈意见，对“指南”进行修改，形成了《有色金属行业智能制造标准体系建设指南》（第二版草案）。在2021年6月中国有色金属学会第十三届年会上，对修改后的标准体系进行了介绍和研讨，并继续广泛征集意见，最终完善形成了《有色金属行业智能制造标准体系建设指南》（征求意见稿）。

四、主要内容

有色金属行业智能制造标准体系建设立足于国内有色行业需求，充分发挥智能制造标准体系在推进有色金属行业智能化发展中的引领和保障作用，全面提升标准对有色金属行业的整体支撑作用，促进有色行业的技术创新，实现行业的高质量快速发展，满足未来五年有色金属行业智能制造发

展需要。主要内容如下。

有色金属智能制造标准体系框架由四层架构组成。第一层为标准体系的基本对象，为有色金属行业。

第二层分为五个部分，包括基础综合、信息化平台、智能工厂、设计建设及评价部分。在确定二级条目的过程中，参考了国家智能制造标准体系的分类方法，并根据有色行业实际需求进行了一定的调整。首先，基础综合标准与国家标准体系相一致，但这里的标准基于全有色行业较为通用的标准和内容之上，基本覆盖了目前各种金属领域的一些基础类标准；对原体系中的关键技术标准进行了调整，在这里修改为信息化平台标准，这是由于目前有色行业亟需覆盖和应用信息化技术对传统流程进行技术升级，并应加快两化融合在行业内的充分落实，因此这也是必须解决的关键技术问题；智能工厂标准基本囊括了有色行业从原料、生产、销售、物流、运维等全流程各阶段，针对目前有色企业实际面临的一些问题以及亟需制定的一些标准，也是国家智能制造标准体系第三层行业应用的重要组成部分；设计建设标准及评价标准分别是对智能企业前期规划及后期评估的一类规范化标准，也是实现和评价行业智能化发展水平的重要依据。

第三层为对五个部分细分领域后，具体划分的包括术语定义、标识等 18 个专业及方向，第四层为对第三层的智能装备及智能生产领域细分的方向，包括控制系统、生产技术

规范等 5 个部分，如图 1 所示。

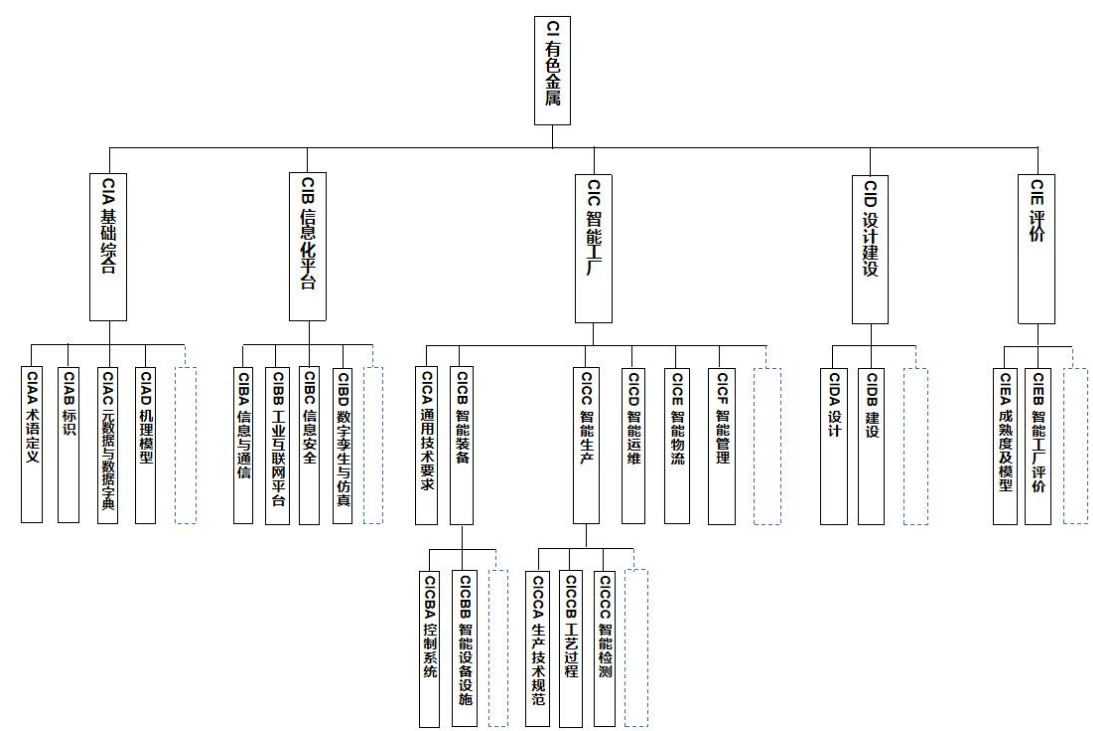


图 1 有色金属行业智能制造标准体系框图

其中：

（一）基础综合标准

该类标准是在符合智能制造基础共性国家标准的前提下，明确适用于有色金属行业绝大多数企业的一类通用型标准。基础综合标准也可称为行业通用标准，根据目前申报的标准项目及实际的需求，确定的 4 个子方向分别为术语定义、标识、元数据与数字字典及机理模型。

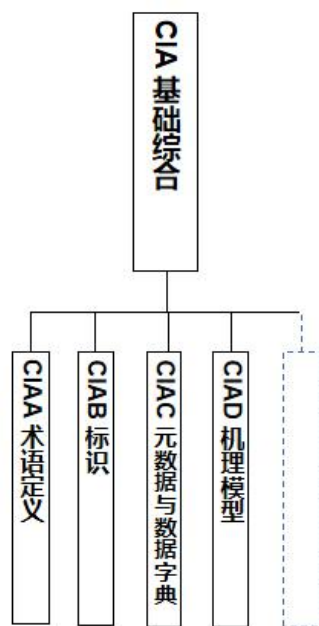


图 2 基础综合标准体系框图

由于有色行业里多种金属品种的存在，在常规标准的制定过程中发现，存在多种对于部分产品、工艺、工序等概念不一致的情况，因此术语定义标准主要用于统一智能制造在有色行业内的相关概念及表述方式，同时包括外文翻译等内容，有助于为其他所有行业内的智能制造标准提供规范的技术支撑。

智能制造以数据为驱动力，在信息输入、对象识别、信息表达、传输及输出等各种过程中，始终以数据作为载体，因此，元数据与数据字典标准基于数据驱动的理念，采用数据挖掘技术从海量数据中挖掘数据价值，可为有色企业生产活动提供智能分析和决策支持。而标识标准也在一定程度上保证了数据交互过程中的规范性，提高了各类对象的识别度，有利于在有色行业内形成一套统一的辨识语言。

有色行业各种流程差异较大，部分相同金属品种的生产与加工流程也天差地别，因此，适当引入反应过程、设备运行、数值统计等方面的模型，有助于对几种或几类产品或工艺进行有效的归纳和分类，并通过模型的开发和调整优化工艺，指导企业的智能化改造，具有在一定范围内的普适性。

（二）信息化平台标准

该类标准规定的是行业亟需的信息化技术的通用要求。有色行业的不同企业在从自动化向信息化、智能化转型过程中会面临一些共性问题，涉及从工厂、工艺的数字仿真，及企业内各部门之间乃至不同企业、整个行业的互联互通等。该类标准主要分为信息与通信、工业互联网平台、信息安全和数字孪生与仿真标准四个部分。

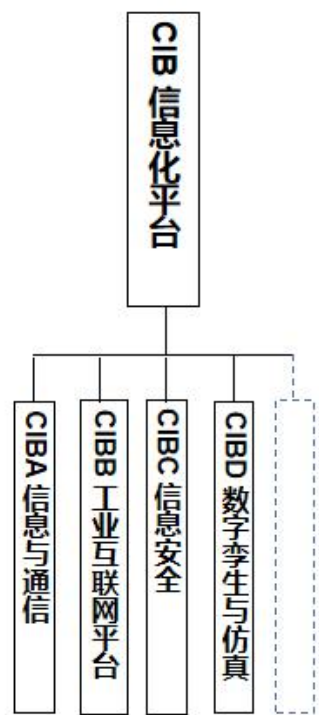


图 3 信息化平台标准体系框图

信息与通信涉及到有色金属行业各类数据与信息的传输、采集，以及信息通信装置的布局和技术参数，通信技术是信息化得以实施的关键基础，通信网络的合理布局也关系到企业智能化运行水平和效率提高，根据目前对部分有色企业的实地调研发现信息与通信水平存在差异，但通信网络布局合理且应用较早的企业往往具有更好的生产效率，且智能化程度也相对较高，因此，该类标准也是信息化平台类别中的基础。

工业互联网平台是信息得以交互的枢纽，也是实现不同架构以及不同层级间进行组网的有效手段。对于不同工厂以及不同层级间高可靠与高质量服务的需求，工业互联网平台标准可提高网络服务质量、规范网络地址、优化网络资源配置等，它也是信息传输的有效途径，因此，需单独设置这一类标准条目进行研制。

信息安全标准则是对以上两类标准的保障，通过该类标准的制定可保证信息的可用性、机密性和完整性，并有效提高网络及网络设备的安全使用性能，也可进一步确保工业互联网的平台安全、数据安全及控制安全，它是两化融合得以实现的关键。

大多数有色行业工艺流程较为复杂，且生产环境较为恶劣、数据信息量大但信息收集难度较高，那么以动态实时的仿真手段建立模型，并进行仿真数值的计算和分析，则是实

现对生产对象和流程的全面监控、生产优化、异常预警及决策分析的有效手段，数字孪生及仿真也可针对不同层级的不同需求，面向不同场景满足高度复现的需求。

（三）智能工厂标准

该类标准涵盖了有色企业从原料采购、产品生产、设备维护、产品销售、管理等各个环节的智能化应用，是企业进行智能化生产和智能化管理的重要依据，该部分标准的设置以国家智能制造标准体系中行业应用部分为依据，是整个体系中的一个重要组成部分，同时，该部分标准的制定也切实贴合有色行业在智能化生产运行过程中所遇到的一些实际问题，这些问题均为企业在实际智能建设中亟待解决的关键问题，因此，通过标准的方式将一些经验、技术和工艺进行固化，则更有利于其他相关企业的借鉴和参考，推动行业的整体发展。智能工厂标准主要可分为通用技术要求标准、智能装备、智能生产、智能运维、智能物流和智能管理六个部分。

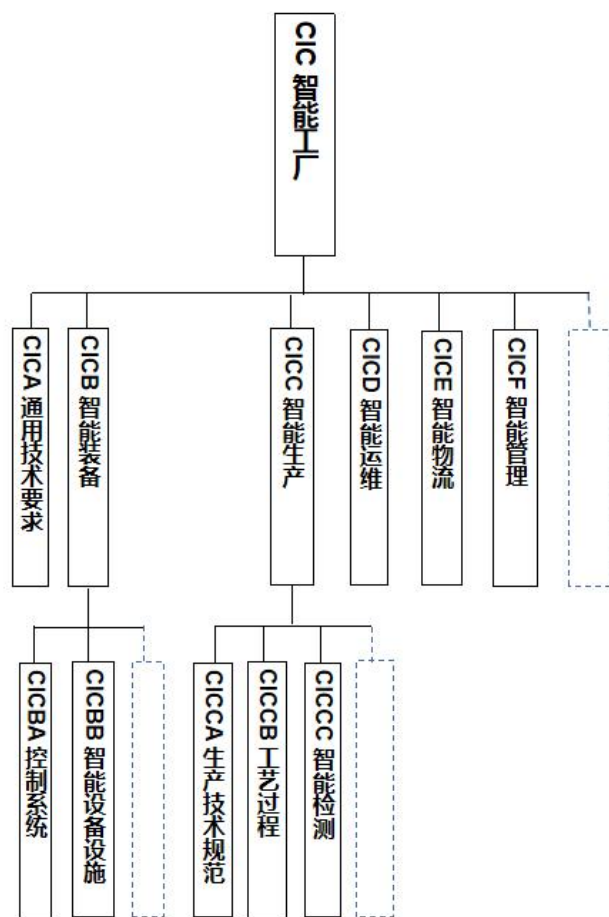


图4 智能工厂标准体系框图

有色企业的智能化发展往往缺乏系统的顶层设计，对于整个工厂而言，如果不预先进行规划，则在实际运行过程中以及技术升级过程中会存在缺乏升级空间、集成度较低、布局较为离散等问题。通过工厂通用技术要求标准的制定，可以对整体的生产目标进行评估和把控，从原料到产品的全流程实现有效的智能化布局，明确智能化建设和改造关键工序，并有针对性地进行冗余设计，这样也保证了一个智能化工厂生产的必备要素和重要基础，有利于生产过程的规范化以及产品制造过程的智能化。目前该类标准主要针对矿山、冶炼及加工等三类工厂。

智能装备标准主要涉及有色行业各环节中涉及的一类信息化以及智能化的设备设施，也是体现行业智能化发展水平的一类重要标准，目前细分为控制系统、智能设备设施两类标准。有色行业的生产环境往往较为恶劣，如地下采矿、高温冶炼等环节，因此，增加智能设备和设施的使用，可极大地提高有色生产的安全水平和运行效率，比如采用地采自动矿车、矿区无人机监控、自动捅风眼机装置等，但往往不同领域设备的专用性较强，且各企业风格和功能各异，因此，有必要制定较为通用的智能设备和设施标准，规范设计使用，保证协同作业的安全性，且有利于相关设备在行业内的推广；智能设施设备同时包括工业机器人，其专用性更强且智能化水平更高，一般应用于连续生产场景及一些需要自识别、自感知的场景；控制系统标准则是在顶层对智能装备协同控制的一种规范，由于智能装备在操作和运行过程中不可避免地涉及数据的交互、人机界面的应用、可视化、控制逻辑及架构的优化的问题，该类标准的制定可对智能装置的控制程序进行优化，简化流程，提高设备对于指令的执行效率，最终提高生产效率，降本增效。

智能生产标准区别于通用技术要求标准，该类标准主要针对某一种产品或某一类产品的全流程生产过程，聚焦于生产，范围小于通用技术要求的内容，因此，其主要用于规定智能制造环境下各工序生产过程中计划调度、生产执行、质

量管控、设备管理等技术规范，且细分为生产技术规范、工艺过程、智能检测和安全四个部分。其中，生产技术规范主要针对整体工艺/工序，如已论证的项目《锌冶炼智能生产规范》中即主要对锌冶炼工艺中具体的硬件设施、集成模块、运维、仓储等内容进行了规定，以确保锌冶炼生产过程中的智能化执行力度；工艺过程标准与生产技术规范标准相比，进一步缩短了所规定的工艺流程，以某一段智能化工艺为标准化对象，对其进行规定，如已申报的《原铝及铝合金自动制样技术规范》中只规定了取样流程的技术内容，即符合该类标准所规定的范围；生产的正常运行依赖过程中数据与信息正常反馈，由于有色行业往往存在生产环境恶劣的特点，对数据的收集与反馈通常存在精确度较低以及迟滞等现象，同时，也存在一定的人员安全问题，因此，对过程实现智能化检测和监控，有利于快速获得信息反馈，增加了数据的时效性及准确性，也可为仿真提供有效的技术依据，因此，智能检测标准单独列为一个方向，与智能生产相辅相成。

智能运维标准主要用于企业生产装备的故障诊断，并且可通过积累装置运行及故障阶段所收集到的有效数据，通过分析对其进行预测性维护，并且可对运行过程中出现的异常现象进行比对和归纳，根据结果实行风险的分级管理，且可实现对生产装备的远程维护，并为后续设备的设计和维护提供技术支撑。

产品智能化技术含量提高的表现之一便是节能与环保，这也是与目前倡导绿色发展的理念所一致的。因此，不仅在产品的生产端，在原料的购入端及销售端也需做到有效的追溯，因此，要做到产品全生命周期的监控，智能化的物流信息系统是必不可少的。有色金属产品本身存在品种繁多，加工规模小，订单多样等特点，这也造成产品的规格多样化、批次数量大、运输成本高等问题，这也加剧了数据统计困难等问题，因此需建立适用于本行业的物流系统来应对。同样，智能物流标准的制定可有效介入原料、中间物料、产品的出入库和运输等全流程，有助于为产品库存结构、销售计划等提供数据支撑，减少货物积压，促进周转，进一步降低有色企业的销售成本。

智能管理标准涉及有色行业智能工厂中各个环节的管理和控制，主要包括原料采购、产品销售等资源管理类技术规范标准，同时也包括工艺流程管控、生产人员管理、设备管理、质量管理、能源管理、生产安全与职业危害防治管理、环保设施运行与监测管理等标准。该类标准的制定可指导智能生产和智能检测标准的规范化，确保智能生产的稳定运行。

（四）设计和建设标准

设计建设标准主要针对有色行业内普遍存在多元化建设的问题，通过顶层设计对智能工厂的基本功能、设计要求、

设计模型等进行总体规划，并且对工厂设计的原则、目标、架构、设计和建设路径、关键要素等内容进行了规定，可为某一类生产工厂的智能化建设提供统一的设计和建设思路。因涉及设计和建设内容，该类标准主要由有色行业建设标委会进行组织研制。

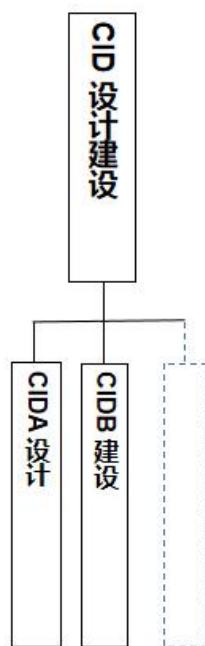


图 5 设计建设标准体系框图

（五）评价标准

未来五年，有色行业智能制造标准体系建设大致可分为两个阶段，一阶段的主要任务为研制行业内亟需的应用型标准，使成熟的技术以及经验以标准的形式进行固化和推广，初步解决行业智能化发展初期所存在的问题，二阶段则是根据标准的应用情况以及行业智能化发展的实际水平，对产品生产工艺、工厂的智能化程度进行评价，并对标准的实际作用进行评估，进一步完善标准体系，使其更好地为有色行业

智能化升级服务。因此，该阶段需研制一定数量的评价标准对智能工厂的设计和建设、设备的自动化和信息化层级、工艺流程的智能化程度以及产品的智能底蕴进行有效和合理的验证和评价，通过评价行业智能制造发展层级，评估企业的实际发展情况，该类标准也是有色行业形成完整智能制造体系的重要补充。

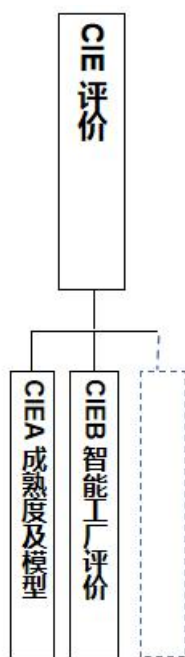


图 6 评价标准体系框图

有色行业工艺复杂，且各企业间差异也较大，因此，在不断涌现先进工艺、装备的前提下，有必要有效地评估其可行性及成本优势，通过评估的项目可进行适时的推广，这也可以在一定程度上推动行业整体的发展，并且可促使企业实施技改，为企业识别差距、确立目标提供参考和方法，使智能化建设落到实处。

智能工厂评价标准则是将评估的对象范围扩大至工厂层级，该类标准主要用于对智能化建设要求在企业中的实施情况进行可视化的打分，并使企业有效识别行业智能制造现状，为企业实施智能化改造提供数据支持。评价方法标准可统一评价过程，指导各方开展智能工厂运行情况的评价，最终有利于企业提升生产力，加速实现智能化改造。

五、组织实施

根据国家智能制造标准化工作总体组、工业和信息化部及中国有色金属工业协会的要求和统一部署，对有色行业智能制造标准体系建设的实施和推广总结了以下四点措施：

（一）统筹规划、分步实施

应积极发挥多部门协作的机制，及全国有色标委会智能制造标准化工作组专家的作用，共同开展有色行业智能制造标准体系的规划和建设。并且应立足于有色金属行业发展现状，基于“共性先立、急用先行”的原则，优先加快一批行业亟需标准的研制。

（二）技术先行、促进转化

在有色行业领域应鼓励和加速技术的创新，并应加快成果的转化以及通过标准进行固化。应借助标准化工作平台以及专家的力量加快论证标准研制的合理性和科学性，是标准切实为行业智能化发展提供技术支撑。

（三）加强宣贯、开展交流

应对有色金属行业智能制造及智能制造标准体系进行广泛宣传，加大智能制造概念在本行业内的受众面，并加强有色行业上下游企业间的交流与合作，确保所执行标准的适用性，提升标准的行业应用水平，同时，更应利用我国有色金属行业优势，推动标准走出国门。

（四）及时评价、动态更新

应定期组织专家对智能制造企业进行调研，并对行业内实施的智能制造标准进行应用评价，根据实地调研情况及评价结果，并结合企业实际需求对标准体系进行动态更新。

六、下一步工作计划

（一）加快标准的申报、论证和研制工作进度

充分调动有色金属行业各企业的积极性，继续广泛征集行业内的国家、行业和协会标准，梳理标准化工作思路，筛选出行业亟需的智能制造标准并加快论证流程，充分做好与国家智能制造标准总体组的协调与沟通工作，共同推进标准的研制。

（二）加强与各方的沟通交流

通过实地考察、电联等多种方式加强与有色行业相关的科研院所、企业及第三方机构的沟通，促进智能制造理念在行业内的普及，并可促进新技术、新模式的充分交流，同时，也可深入了解企业诉求，提出标准研制的新方向。

（三）加强标准及标准体系的宣贯

充分发挥国家智能制造标准总体组、中国有色金属工业协会及有色行业智能制造联盟等的作用，通过线上和线下会议的形式开展建设指南和重点标准的解读工作，定期组织召开体系建设指南的研讨会，根据现阶段行业发展情况及时修订和完善指南，充分发挥标准体系实际指导作用。