**行业标准**

**《有色金属加工智能工厂通用技术要求》**

**编制说明**

主编单位：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

《有色金属加工智能工厂通用技术要求》编制组

2024年10月 重庆

**目录**

一、工作简况 1

1.1任务来源 1

1.2主要参加单位和工作人员及其所作工作 1

1.3主要工作过程 12

二、标准编制原则 15

三、主要技术内容 16

3.1范围 16

3.2规范性引用文件 16

3.3术语和定义 17

3.3.1智能工厂 17

3.3.2数字化车间 17

3.3.3智能物流 17

3.3.4制造执行系统 18

3.3.5高级计划排产 18

3.3.6设备预测性维护 18

3.3.7有色金属加工 18

3.4缩略语 18

3.5总则 19

3.5.1总体框架 19

3.5.2技术架构 20

3.5.3智能应用 20

3.6基本要求 21

3.6.1基础设施要求 21

3.6.2数字化要求 22

3.6.3智能化要求 22

3.6.4工业互联网平台要求 23

3.6.5组织建设要求 25

3.6.6运营维护要求 25

3.6.7标准体系要求 25

3.6.8安全体系要求 26

3.7智能设计 26

3.7.2工艺设计 26

3.7.3流程设计 26

3.8智能生产 27

3.8.2 智能感知 27

3.8.3过程自动化 27

3.8.4计划与执行管理 29

3.8.5工艺管理 30

3.8.6质量管理 30

3.8.7设备管理 32

3.8.9智能物流 34

3.9智能管理 36

3.9.2智能服务 39

3.10智能管控中心 40

3.10.1过程自动化驾驶舱 40

3.10.2生产调度驾驶舱 40

3.10.3质量管理驾驶舱 40

3.10.4设备管理驾驶舱 40

3.10.5物料管理驾驶舱 40

3.10.6安环管理驾驶舱 41

3.10.7能源管理驾驶舱 41

3.10.8成本管理驾驶舱 41

3.10.9供应链管理驾驶舱 41

四、主要试验（或验证）情况分析 42

五、标准中如涉及专利，应有明确的知识产权说明 44

六、预期达到的经济效果 44

6.1项目的必要性 44

6.2项目的可行性 44

6.3标准的先进性、创新性、标准实施后预期产生的经济效益和社会效益 44

七、采用国际标准或国外先进标准的对比情况 45

八、与现行法律、法规、强制性国家标准及相关标准协调配套情况 45

九、重大分歧意见的处理经过和依据 45

十、标准性质的建议说明 45

十一、贯彻标准的要求和措施建议 45

十二、废止现行有关标准的建议 45

十三、其他应予说明的事项 46

行业标准《有色金属加工智能工厂通用技术要求》

编制说明

# 一、工作简况

## 1.1任务来源

##### 1.1.1计划批准文件名称、文号及项目编号、项目名称、计划完成年限、项目名称更改说明、编制组成员单位

为规范有色金属加工智能工厂通用技术标准，确保有色金属加工企业更加快速开展智能工厂建设，持续推进企业智能化、绿色化、高端化发展，根据《工业和信息化部办公厅关于印发2022年第三批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》工信厅科函[2022]312号，2022-1575T-YS，《有色金属加工智能工厂通用技术要求》的文件要求，编制行业标准《有色金属加工智能工厂通用技术要求》，计划编号：YS/T XXXXX—XXXX，计划完成年限2024年。

##### 1.1.2项目编制组单位变化情况

在编制组编制过程中，考虑到技术的先进性和行业覆盖的全面性，调整了部分编制单位，新增了中南大学和北京有色金属与稀土应用研究所有限公司，调整后的编制单位情况如下：

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、中铁建电气化局集团康远新材料有限公司、中南大学、北京有色金属与稀土应用研究所有限公司、中铝瑞闽股份有限公司、北方铜业股份有限公司。

## 1.2主要参加单位和工作人员及其所作工作

##### 1.2.1主要参加单位情况

1. **中色科技股份有限公司**

中色科技股份有限公司（以下简称“中色科技”）成立于2002年1月，由洛阳有色金属加工设计研究院（1964年成立）发起设立，隶属于中国铝业集团，是我国唯一集有色金属加工行业规划、工程设计、装备研制、科研开发、工程总承包于一体的综合性企业，在国内大中型有色金属加工工程设计市场的占有率超过90%，为60%以上新建或改扩建铜/铝板带生产企业提供了轧制或配套设备，为50%以上的大中型加工企业提供了咨询、设计、装备等综合服务。

中色科技拥有国家级工业设计中心、国家企业技术中心、有色金属行业铝加工工艺与装备工程技术研究中心、河南省有色金属加工装备工程技术研究中心、河南省工业设计中心等研发机构和平台，是国家高新技术企业、国家知识产权优势企业、河南省创新龙头企业。完成国家火炬计划项目、“863”计划项目等重大科研项目20余项，获得省部级以上科技进步奖、优秀咨询奖、优秀设计奖320余项，主持和参编国家标准、行业标准等14项。

中色科技（洛阳有色院）现有从业人员1300余人。其中：国家级设计大师1人；有色金属行业设计大师4人；享受国务院特殊津贴专家16人；正高级工程师及高级工程师500余人；国家级注册工程师360余人。

中色科技拥有有色金属加工工程设计、工程咨询、工程造价咨询、建筑工程设计、建设项目环境评价、环境治理、消防智能化工程设计与施工、工程总承包、建设监理等资质证书十五本，其中国家甲级(壹级)资质八本，含15类专业。具有独有的综合集成技术优势和项目管理能力，能够为有色金属加工企业提供全过程工程建设服务。

1. **宁波金田铜业（集团）股份有限公司**

宁波金田铜业（集团）股份有限公司（以下简称“金田铜业”）创建于1986年，专注于铜产品及先进材料制造三十八年，是全球领先的铜及铜合金材料供应商，致力于为5G通讯、新能源汽车、轨道交通、电力物联网、智慧城市等战略性新兴产业发展提供铜材综合解决方案。

金田铜业立足宁波，放眼世界，持续推进全球化布局，在宁波、江苏、广东、重庆、包头、越南、泰国等建设八大生产基地，形成了产业链完整、规模优势显著、产品种类齐全的竞争优势；并在香港、美国、德国、日本等地设立子公司，建立全球供应链体系和销售网络，为国内外客户提供铜产品一站式的采购服务。

金田铜业建立国家级企业技术中心、国家级博士后科研工作站，聚焦重点应用领域关键材料与技术，研发高强、高导、高精度的新型高端铜合金新材料，推动产品升级，打造技术竞争力，目前已拥有授权专利416项，主持、参与国家/行业标准制订58项，公司先后承担国家863项目、国家科技支撑项目、国家火炬计划项目、国家和省市级重大科技专项等共18项，获得省、市和行业科技进步奖30项。

金田铜业坚持转型升级，不断推进数字化建设。引进ERP、CRM、SRM等管理系统，建立覆盖全业务领域的信息化管理平台；通过自动化升级和SCADA、MES、RFID、WMS等多系统融合应用，建设数字化工厂，推进智能制造，获得“国家绿色示范工厂”、“浙江省创新型试点企业”、“浙江省转型升级引领示范企业”等荣誉。

1. **新疆众和股份有限公司**

新疆众和股份有限公司（以下简称“公司”）是铝基新材料产业的技术引领者和全球供应商，于1958年建厂，1996年在上海证券交易所上市(股票代码：600888)，是新疆第一家上市的工业企业。历经60余年的发展，已成为中国战略性新材料产业的核心骨干企业，中国电子元件百强企业、铝加工十强企业，形成了以“能源-高纯铝-电子铝箔-电极箔”铝基新材料产业链为主体，冶金技术服务、钢铁耐材技术服务、物流服务协同发展的产业格局。

公司建设有“国家认定企业技术中心”“博士后科研工作站”“铝电子材料国家地方联合工程实验室”“新疆铝基电子材料工程技术研究中心”“新疆铝基电子电工材料重点实验室”“新疆铝基产业创新研究院”，是首批国家“创新型企业”“国家技术创新示范企业”，荣获“中国工业大奖表彰奖”，累计获得国内外知识产权400余项，主导制定了24项国家及行业标准，承担了7项国家“863”计划项目、2项“国家科技支撑计划”和1项“国家科技重大专项”等一系列国家新材料领域重大科研课题，荣获省部级和行业科学技术奖、专利奖28项，一等奖13项，与多所高校院所建立了产、学、研、用的长效合作机制，为国家发展提供了“绿色”原材料保障及解决方案。

1. **中铝河南洛阳铝加工有限公司**

中铝河南洛阳铝加工有限公司位于河南省洛阳市新安县铁门镇，系中国铝业集团有限公司三级企业，中国铝业集团高端制造股份有限公司直属企业，是河南省标志性工程和河南省工业结构调整的重点项目。公司高精度铝板带项目于2002年6月份开工建设，2005年3月全部建成投产，拥有“熔铸—热轧—冷轧—精整—储运”全产业链优势，是国内瓶盖用铝合金冷轧带材、1系及3系铝合金阳极氧化用冷轧带材、高表面热轧镜面铝材、汽车轻量化合金铝材等专用铝材生产基地。

经过多年以来的精耕细作，中铝河南洛阳铝加工有限公司形成了以“镜面铝、化妆品盖料、热轧瓶盖料、氧化料、汽车轻量化材料、电池料”为主导的产品布局，主导产品占据行业领先地位，远销澳大利亚、巴基斯坦、意大利等国家和地区。公司拥有省、市级重点工程技术研究中心，并先后通过了ISO9001、IATF16949、ISO14001、OHSAS18001、ISO50001等体系认证，是国家高新技术企业、工信部“专精特新”小巨人企业、河南省铝板带箔十强企业、河南省轧制镜面铝合金板带工程技术研究中心、河南省省级企业技术中心、高成长性企业提质倍增计划试点单位。

1. **安徽鑫科铜业有限公司**

安徽鑫科铜业有限公司（简称 “鑫科铜业”）是一家专业从事铜基新材料研发、生产、销售及服务的国家高新技术企业、中国高端铜板带材领军企业。母公司安徽鑫科新材料股份有限公司（股票代码：600255），专业从事铜基材料产品研发与生产24年，注册资本45000万元，位于安徽省芜湖市经济技术开发区，是中国铜加工行业首家上市公司，中国铜板带材十强企业。

公司主导产品精密电子铜合金带材及其镀锡材广泛应用于新能源汽车、5G通讯、轨道交通、智能终端等领域，并与 TE、Amphenol、Molex、APTIV等全球知名连接器企业建立了战略合作关系。同时也得到了 BOSCH（博世）、 UAES（联电）等汽车一级供应商认可和推广，市场份额在不断增加。在产品技术和市场的深度累积之下，品牌效益也日益明显。2022年，公司“新型镀锡铜带材”获国家工信部制造业单项冠军产品。

公司建有国家企业技术中心、CNAS实验室、安徽省铜合金材料加工工程研究中心等创新研发平台，先后获安徽省绿色工厂、安徽省工业和信息化领域标准化示范企业、安徽省专精特新中小企业、安徽省数字化车间、安徽省工业互联网平台（企业级）、安徽省专利优秀奖等荣誉，先后主持和参与制定国家、行业标准31项，拥有授权专利69件，安徽省高新技术产品5项、安徽省新产品3项、安徽省工业精品2项。

1. **河南明泰铝业股份有限公司**

河南明泰铝业股份有限公司，1997年成立于河南省巩义市产业集聚区，2011年在上海证券交易所挂牌上市，股票代码601677，是一家集科技领先、智能集成、综合服务为一体的民营铝加工企业，业务遍及铝精深加工、轨道交通、电力热力、金融服务、进出口贸易等领域，公司目前拥有年生产140万吨铝板带箔产品及400辆高铁动车组车体的产能。先后进入“中国民营企业500强”、“中国制造业企业500强”、 “中国铝板带箔十强”行列，荣获“国家制造业单项冠军示范企业”、“国家智能制造示范企业”、“国家绿色工厂”、“河南省杰出民营企业”、“2018-2019年度河南省省长质量奖”等荣誉称号。

1. **西南铝业（集团）有限责任公司**

西南铝业（集团）有限责任公司（简称西南铝）隶属于中国铝业集团高端制造股份有限公司，2000年12月8日改制成立有限责任公司，公司所在地位于重庆市九龙坡区西彭镇。

西南铝前身为冶金部112厂、西南铝加工厂，始建于1965年7月，是我国为生产国防军工、航空航天所需大规格、新品种、高质量铝及铝合金材料而建设的大型“三线”军工配套企业。经过59年的建设发展，现已成为我国综合实力最强的特大型单体铝加工企业，是我国航空航天国防军工材料的研发保障基地和民用高精尖铝材的生产制造基地。主要生产军、民用铝及铝合金板、带、箔、管、棒、型材及锻件，形成了航空航天、国防军工、交通运输、电子信息、包装印刷、建筑装饰用铝材等六大系列支柱产品。

西南铝建有院士工作站，拥有国家级企业技术中心，技术研发实力国内领先。先后为我国第一座高能加速器、“长征”系列火箭、“天宫”系列空间实验室、“神舟”系列飞船、“嫦娥”系列探月卫星、重点武器装备、国产大飞机、“天眼”等数十项航空航天、国防军工和国家重大建设项目提供了上千个品种优质铝材，填补了多项国内空白。西南铝先后获得国家级科技进步奖17项（国家科技进步特等奖2项，国家科技进步一等奖3项，国家科技进步二等奖9项）、省部级科技进步奖260余项，航天用铝合金锻环、高精铝锂合金材分别荣获工业和信息化部授予的第五批和第六批国家制造业单项冠军产品称号，“西南铝造”多次亮相大阅兵。率先开发出以地铁车辆用铝型材、易拉罐用铝板材、印刷用铝版基等为代表的大量高品质新型铝合金材料，出口欧美等40多个国家和地区。“西南铝”驰名商标已成为具有国际影响力的中国铝加工第一品牌。

自2006年成为中国首家百亿铝加工企业以来，西南铝励精图治，创新求强，主动适应复杂多变的市场环境，出色完成艰巨繁重的改革任务，全力抓好党建与生产经营双向融合，开启了“争创世界一流，打造百年老店”的高质量发展新征程，2016年营业收入突破200亿，2022年营业收入突破300亿元大关，迈上改革发展新“高度”，保持了稳中有进、持续向好的发展态势。

西南铝积极践行绿色低碳发展理念，继2019年获得重庆市“绿色工厂”称号的基础上，2020年入选工业和信息化部第五批绿色制造名单，获国家级“绿色工厂”称号，在健康可持续发展的道路上又迈出了坚实一步。

1. **中铝洛阳铜加工有限公司**

中铝洛阳铜加工有限公司（简称洛阳铜加工）座落在古都洛阳，是中铝洛铜注册成立的独立运行的企业，由中国铜业公司直接管理。洛阳铜加工承继了中铝洛铜的主体资产，拥有铜及铜合金加工、铝镁材加工等生产系统，拥有国家认定企业技术中心、国家认可实验室、国家铜合金标准样品定点研制单位、中国有色金属工业重金属加工材质检站等研发、检测机构，主要产品有铜及铜合金板、带、箔、管、棒、型、铝镁板带材等。产品广泛应用于航空、航天、船舶、冶金、电子、电力、机电、交通、建筑、化工、轻工、能源、通讯等领域。产品销售国内各个省、市、自治区和特别行政区，并出口到国外市场。

1. **洛阳龙鼎铝业有限公司**

洛阳龙鼎铝业有限公司(简称“龙鼎铝业”)是一个以生产铝板带箔为主的铝精深加工企业。公司现位于河南省新型工业化示范基地伊川产业集聚区东园，公司始建于2010年，占地面积1000亩，设计年产能60万吨，总投资42亿元。2011年7月8日开始投产，已实现22条铸轧生产线、10条冷轧生产线、8条箔轧、9条亲水/涂层生产线的投产。目前已累计完成投资34亿元，形成年产40万吨铝板带箔产能。

1. **浙江海亮股份有限公司**

浙江海亮股份有限公司是海亮集团核心产业全资子公司。自2001年成立以来，公司一直致力于优质铜产品、导体新材料、铝基新材料的研发、生产、销售和服务，于2008年1月16日在深圳证券交易所上市（股票代码：002203），是全球铜管棒加工行业的标杆和领袖级企业。截至2023年底，公司总资产达404.05亿元，实现总营业收入755.89亿元，利润总额13.74亿元。目前公司在浙江、上海、安徽、广东、越南、泰国、重庆、成都、山东、甘肃、美国、德国、法国、意大利、西班牙等亚洲、美洲、欧洲地区拥有22大生产基地，在国内外积累了大批优质稳定的客户，与132个国家或地区的近万家客户建立了长期业务关系，与多家行业品牌企业成为战略合作伙伴。公司已牵头起草制定和计划起草制定的国家行业标准共59项（其中国家标准31项），公司在国家行业标准编制方面具有丰富的经验，可以保证该标准顺利编制完成。

1. **中南大学**

中南大学是教育部直属全国重点大学，国家“211工程”首批重点建设高校，国家“985工程”部省重点共建高水平大学和国家“2011计划”首批牵头高校，2017年9月入选世界一流大学A类建设高校，2022年2月入选第二轮“双一流”建设高校。

学校学科门类齐全，拥有完备的有色金属、医学、轨道交通等学科体系，涵盖哲、经、法、教、文、理、工、医、管、艺等10大学科门类，辐射军事学。现有一级学科国家重点学科6个，二级学科国家重点学科12个，国家重点（培育）学科1个，国家临床重点专科61个；设有31个二级学院，104个本科专业；博士学位授权一级学科29个，硕士学位授权一级学科44个，博士专业学位授权类别2个，硕士专业学位授权类别21个，博士后科研流动站32个。材料科学、工程学、临床医学、化学、药理学与毒理学、生物学与生物化学、神经科学与行为学、数学、计算机科学、分子生物学与遗传学、社会科学总论、免疫学、精神病学与心理学等13个学科ESI（基本科学指标）排名居全球前1%，其中材料科学排名居全球前1‰。学校坚持人才强校战略，师资力量雄厚。有中国科学院院士2人，中国工程院院士14人，国家“千人计划”入选者57人，国家“万人计划”领军人才12人，“973计划”项目首席科学家19人，“长江学者奖励计划”特聘、讲座教授46人，国家教学名师7人，教授及相应正高职称人员1500余人，享受政府特殊津贴专家496人。

学校坚持瞄准国家和社会重大需求，深入推进协同创新，积极服务国民经济建设和国防现代化建设主战场。学校现有国家级创新平台20个，其中国家重点实验室2个、国家工程研究中心4个、国家工程技术研究中心2个、国家工程实验室5个、国防科技重点实验室1个、国家工程化与创新能力建设平台1个、国家临床医学研究中心3个，牵头和参与组建国家“2011协同创新中心”2个。2000年以来，学校共获国家科技三大奖86项，其中获国家科技一等奖（特等奖）14项，9个项目入选“中国高校十大科技进展”。

学校坚持开放办学，国际合作与交流活跃，先后与美、英、澳、加、日、法、德、俄等20多个国家和地区的200多所大学和科研机构建立了长期合作关系，与众多跨国企业集团广泛开展产学研合作。

1. **中铝瑞闽股份有限公司**

中铝瑞闽股份有限公司是中国铝业集团高端制造股份有限公司（以下简称中铝高端制造）控股、福州左海控股集团有限公司(福州市政府)参股的股份制公司，地处福州市马尾区内。

公司拥有国家级企业技术中心及优秀的研发团队，是国家级高新技术企业，福建省百强企业、福建省高新技术企业和福建省制造业信息化应用示范企业。公司是铝业管理倡议ASI会员单位、国家级绿色工厂，是国家安全生产标准化一级企业、中国海关高级认证企业、全国质量标杆企业、全国有色金属标准化技术委员会委员单位。公司主要产品有金属包装用铝、交通用铝、3C电子电器用铝和中高端印刷板等铝合金板带材，广泛用于金属包装、电子电器、印刷、交通运输、建筑等国民经济各领域，并出口美洲、日本、韩国、东南亚、非洲等十余个国家和地区。“瑞闽”牌铝板带被评为“中国名牌”产品，公司综合实力在全国铝板带材企业中位列前三。

公司不断加强内部规范管理及制度化建设，持续完善质量管理体系、环境管理体系、职业健康安全管理体系等十二大体系建设，通过IATF 16949汽车板质量管理体系认证、中国船级社认证、ISO14021管理体系认证、AEO海关高级认证、国军标质量管理体系认证、ASI PS、ASI COC等管理体系认证，以严格规范的过程管控和优质产品服务客户，回报社会。

1. **东北轻合金有限责任公司**

东北轻合金有限责任公司是1950年4月东北人民政府重工业部委托原苏联有色金属加工设计院总体设计，1952年2月陈云同志代中财委党组向党中央撰写建厂报告，由毛泽东、刘少奇、朱德、周恩来亲自阅定筹建的中国第一个铝镁合金企业，是国家 “一五”期间156项重点工程中的2项。1956年11月正式开工生产，一期工程设计能力为年产铝材2.6万吨。第二期工程于1958年6月动工兴建，1966年全部竣工投产。1992年被认定为国有特大型企业，1995年被国务院发展研究中心认定为“中国最大的铝镁合金加工基地”，被盛誉为“祖国的银色支柱”、“中国铝镁加工业的摇篮”。东轻公司的主要产品为“天鹅”牌铝及铝合金板、带、箔、管、棒、型、线、粉材、锻件及镁合金型、棒、锻件、粉材等18大类，年设计生产能力为8.25万吨。1996年通过了ISO9002国际质量体系认证。公司先后有58项产品191次获省级以上优质产品证书，全部产品获“黑龙江名牌”产品称号，连续11年被评为黑龙江省“重合同守信用企业”。

东轻公司的产品广泛用于航空、航天、原子能、电子、轻工、化工、建筑、能源、交通运输、农业等国民经济各个领域。公司在高新材料和国防军工领域每年承担着60%以上国防、军工等重点轻合金材料的生产和研发任务。国产第一架飞机、第一座原子能反应堆、第一枚导弹、第一颗人造卫星、原子弹、氢弹，第一艘远洋巨轮、核潜艇以及运载火箭上使用的全部轻金属材料，“神舟”号载人航天飞船上的重要轻金属部件等皆由东轻公司提供。在铝加工行业，“天鹅”牌铝材以其卓越的品质和完美的售后服务而饮誉世界,每年有20%左右的产品出口欧美、日本、韩国、东南亚等24个国家和地区。

1. **北京有色金属与稀土应用研究所有限公司**

北京有色金属与稀土应用研究所有限公司（以下简称“有色所”）成立于1963年。现注册资本金20893.218622万元，是国家级专精特新“小巨人”企业、国家级高新技术企业和中关村高新技术企业。隶属于北京一轻科技集团有限公司，是北京市国资委重要子企业。

有色所主要从事有色金属焊接材料、功能材料的研究、开发、生产和技术服务，具备高纯金属加工、微合金化、粉体成型、压力加工与成型、精密制品成型、热处理、表面处理以及性能检测评价分析等关键技术。有色所现有研究实验室及研制场地7000余平方米，拥有仪器设备500余台套，其中真空连铸炉、SPS放电等离子烧结炉、感应熔炼真空气雾化制粉炉、四辊轧机、森吉米尔20辊精密箔材轧机、系列精密拉丝设备、1250吨挤压机、离心铸造机、真空水淬炉、精密数控机床、真空钎焊炉、膜切机等高端精密仪器设备。

提供产品广泛应用于电子信息、航空航天、电力机械、船舶、绿色环保、轨道交通等国民经济主要行业和国家重点领域。为国家重要领域、重点项目、重大任务，研制开发了一大批拥有自主知识产权的关键技术和特殊材料，其中有独创独占技术，有打破封锁、替代进口技术。有色所还具有雄厚的金属合金加工技术基础，如中间合金制备技术、合金化熔炼技术、浇铸技术、轧制技术、冲压技术、热处理技术等。

有色所多年来取得了100余项重大科研成果，其中有50余项获得国家、部市级奖励。申请发明专利90余项，已获得授权发明专利60余项，参与制定国家标准和行业标准50余项。

1. **北方铜业股份有限公司**

北方铜业股份有限公司（以下简称“北方铜业”）成立于2002年12月，为我国华北地区最大的铜生产企业。2020年6月，北方铜业与上市公司南风化工集团股份有限公司进行重大资产重组，并于2021年9月24日获得证监会审核通过，2021年11月26日完成资产交割，北方铜业成功在深交所主板上市，成为山西省国企改革三年行动以来首单跨集团层面的大规模资本运作，开启了公司产品市场和资本市场两翼齐飞的新征程。

公司主营铜金属的开采、选矿、冶炼及压延加工等，自有一座矿山铜矿峪矿，两家冶炼厂，年处理铜精矿量130万吨。公司的业务覆盖铜业务主要产业链，是具有深厚行业积淀的有色金属企业。

公司主要产品为阴极铜、金锭、银锭，副产品为硫酸、海绵金、海绵钯等，其中阴极铜产能32万吨/年，硫酸产能122万吨/年。公司新建高性能压延铜带箔和覆铜板项目主要产品为铜及铜合金带材、压延铜箔，广泛用于电脑、5G通讯、汽车电子、航空航天、新能源等领域。

北方铜业整体资产优良，工艺技术先进。铜矿峪矿为我国最大的非煤地下开采矿山，保有铜资源储量2.25亿吨，引进创新的自然崩落法采矿技术具有国际先进水平，开采成本低，各项经济技术指标在行业领先。垣曲冶炼厂年处理50万吨多金属矿综合捕集回收技术，采用具有我国自主知识产权的富氧底吹熔池熔炼工艺，技术节能环保，工艺世界领先，适宜处理低品位、多金属原料，能捕集多种有价金属，实现废渣综合利用。侯马北铜铜业有限公司年处理铜精矿80万吨综合回收项目，采用国际先进、智能、环保、绿色的富氧侧吹熔炼+多枪顶吹连续吹炼工艺，工艺技术成熟、对原料适应性好、环保条件好、节能效果显著，实现节能减排、综合回收，具有良好的经济效益和社会效益。

 面对国内外经济新形势，北方铜业将以建设国际领先、国内一流铜业企业为目标，坚持创新引领、效益优先、合规经营、稳健发展，坚持以铜为基，加大矿产资源开发储备，聚焦铜基新材料研发应用，以数智化为企业赋能，不断提升核心竞争力，推动企业高质量发展，争做铜基产业标杆、上市企业标杆和新材料产业标杆，为中国铜工业的发展做出新的贡献!

1. **江西金品铜业科技有限公司**

江西金品铜业科技有限公司（简称金品铜科）成立于2013年3月，座落在江西省抚州高新技术产业开发区。公司总投资25亿元人民币，占地面积324.8亩，总建筑面积16万平方米。现有装备产能为30万吨铜加工材，目前主要产品有：各种牌号规格的高精度铜板、铜带、铜排、铜棒、铜杆、铜线、特种漆包线、铜工艺品等。

公司拥有自己的省级企业技术中心和工程技术研究中心。自成立以来，已共获得各类专利170余项，20余个产品被认定为江西省省级新产品，10个新产品获江西省优秀新产品奖、 8个产品获江西省名牌产品称号，公司新产品销售收入占全部主营业务收入达70%以上。公司也是江西省节能减排科技示范企业，江西省智能智造试点示范企业，江西省制造业领航企业，江西省管理创新示范企业、江西省领军企业、国家知识产权优势企业。公司已连续六年成为江西民营企业制造业100强、江西民营企业100强、江西企业100强，并被中国有色金属加工工业协会评为全国铜板带十强企业。2021年5月，公司被江西省总工会授予“江西省五一劳动奖状”荣誉，2022年4月，公司成品仓库班组被中华全国总工会授予“工人先锋号”荣誉称号。2021年起公司已连续3年主营业务收入突破100亿元，是抚州市首家百亿企业。

1. **宁波长振铜业有限公司**

宁波长振铜业有限公司是生产环保易切削黄铜棒、型、线的高新技术企业，厂区面积9.2万平方米，2022年产销量12万吨，2023年达到15万吨，已建成年产20万吨的生产能力，工业和信息化部第6批制造业单项冠军示范企业。是浙江省标准创新型企业、浙江省循环经济示范企业和浙江省绿色企业。

公司建有院士工作站，2023年认定为浙江省优秀院士工作站。是全国再生黄铜技术中心和浙江省技术中心，技术中心设有检测实验室和工艺实验室，有一支经验丰富的专业团队，技术实力雄厚。在流程、设备、技术、生产管控等方面致力于智能化制造的引进与应用并获得多件专利，有一定的实践基础和标准制定的基础。

公司主持、参与制定各类标准42项，其中国家标准23项。主持制定的《热模锻用铜合金棒》获得国家标准创新3等奖。

##### 1.2.2主要工作人员所负责的工作情况

本标准主要起草人及工作职责见表1。

表1 主要起草人及工作职责

|  |  |
| --- | --- |
| 起草人 | 工作职责 |
| 陈春灿、张海珍、赵景申、吴瑞蕤、赵健等 | 负责标准的工作指导、标准的编写及组织协调 |
| 陈春灿、吴瑞蕤、郭巍、赵炎、张俊杰等16人 | 负责各章节各条款的起草和验证工作 |
| 赵健、钱林、杨杰鹏（待补充） | 负责标准整体结构及通用技术要求的起草 |
| 陈春灿、张海珍、杨杰朋、秦璐、孙文、霍光辉、范金金、等25人 | 负责提供企业的调研工作和标准部分内容编写 |
| 赵健、吴瑞蕤、赵海洋、李云峰、周小斌等21人 | 提供理论支持 |
| 张海珍、陈春灿、吴瑞蕤、赵健、潘成双、魏连运等23人 | 标准编写材料的收集及标准部分内容编写 |
| 陈春灿、张海珍、徐德刚、赵健、赵炎等10人 | 标准预审会议汇报、答辩；会后意见收集及整改。 |

## 1.3主要工作过程

##### 1.3.1预研阶段

2020年-2021年，中色科技组织技术团队对有色金属加工企业智能工厂建设情况开展调研，并和宁波金田铜业（集团）股份有限公司、安徽鑫科铜业有限公司、新疆众和股份有限公司、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相关技术团队进行深入交流，对《有色金属智能加工工厂建设指南》如何在企业建设中贯彻落实，进行了积极的探索。

##### 1.3.2标准立项

2021年4月21日，由全国有色金属标准化委员会组织在贵阳组织召开的上半年论证会议。对包括中色科技主导的《铝加工智能工厂设计规范》、《铜加工智能工厂设计规范》以及金田铜业主导的《铜加工智能工厂设计生产规范》三个标准进行了论证和答辩，经过会议讨论决议三项标准合并申报。

2021年11月18日，中色科技提交的《铜铝智能加工工厂通用技术要求》经全国有色金属标准化技术委员会开会讨论通过立项，专家针对此项标准提出意见：标准名称改为《有色金属加工智能工厂通用技术要求》，完善和修改建议书（补充目的及必要性），说明行业情况、应用情况及专利情况及草案。

2021年11月22日，工业和信息化部办公厅正式下发通知《关于印发2022年第三批行业标准制修订和外文版项目计划的通知》，标准正式立项。

##### 1.3.3起草阶段

2023年3月，中色科技股份有限公司召开会议（腾讯会议室600-149-795）讨论前期形成的初稿。会议意见将第8章工业互联网平台内容融入到第6章内，标准由12章该为11章；其他的章节也做优化修改。对会议形成的意见由各单位分头修改、具体任务分工为：中色科技股份有限公司和新疆众和牵头1-8章；宁波金田及安徽鑫科、浙江海亮、中铁建康远牵头修改第9章；河南明泰铝业牵头修改第10章；中铝河南洛阳铝加工、洛阳龙鼎铝业牵头修改第11章。

2023年4月，国家有色标委会在广西省南宁市召开会议，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、新疆众和股份有限公司、河南明泰铝业股份有限公司、西南铝业（集团）有限责任公司、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等参编单位参会并对标准进行讨论、听取专家意见。

根据会议评审意见，参编单位共同完成讨论稿修订。本次修订内容主要有：弱化经营管理相关内容，参照行业智能制造标准体系纲要，对标准内容框架做调整，最终形成讨论稿。

2023年5月，协会领导到中色科技对标准编制进度进行了检查，并对后期工作进行了指导。

2023年6月，中色科技、新疆众和、宁波金田组织了视频会议，对工作进度进行了统筹和协调。

2023年7月，与中南大学开始联系，商讨参编该标准的相关事宜。

2023年8月，北京有色金属与稀土应用研究所有限公司申请参编。

2023年9月，全国有色金属标委会召开线上会议，确定了标准的章节目录合并，共分为9个章节。

2024年5月，按标委会要求开展行业企业调研活动。

2024年6月，标委会、标准主编单位视频会议讨论标准修改意见。

2024年7月，标委会组织会议在河北沧州对标准进行预审核，提出了意见。为使标准更具有代表性，增加中铝瑞闽股份有限公司、北方铜业股份有限公司、东北轻合金有限责任公司等3家单位加入标准编写队伍。会后，2024年9月江西金品铜业科技有限公司向标委会申请加入编写单位，获批准。

2024年10月，标委会组织会议在重庆对标准进行审定。

##### 1.3.4征求意见阶段

（待需要时进行资料补充）

##### 1.3.5 审查阶段

A. 技术专家审查

（待需要时进行资料补充）

1. 委员审查

（待需要时进行资料补充）

##### 1.3.6 报批阶段

（待需要时进行资料补充）

# 二、标准编制原则

编制工作紧密围绕《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。充分借鉴不同行业已制定标准的适用性；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加工行业的细化和落地，使有色金属加工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。

标准编制过程中主要依据有色金属智能加工工厂建设指南、GB/T 41255-2022 智能工厂通用技术要求和GB/T 37393-2019 数字化车间通用技术要求，借鉴了国内外有色金属加工行业智能工厂建设的成功经验和钢铁、有色冶炼等行业在相关方面的应用成果，结合国内有色金属加工智能工厂方面的相关指导性文件，根据下列相关的技术标准等制订。

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 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

# 三、主要技术内容

本标准设置了10个章节内容，对有色金属加工智能工厂通用技术提出了系统且详细的技术要求，具体章节设置如下：

## 3.1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。

说明：文件范围规定了本文件适用范围为有色金属加工的企业。文中智能工厂通用技术主要为满足有色金属加工企业开展智能工厂建设可以参考的技术要求。

## 3.2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

说明：引用文件借鉴了国内外有色金属加工行业智能工厂建设的成功经验和钢铁、有色冶炼等行业在相关方面的应用成果，结合国内有色金属加工智能工厂方面的相关指导性文件，主要包括了数字化车间通用技术要求、智能工厂通用技术要求、基于云制造的智能工厂架构要求、 智能制造能力成熟度模型、 智能制造能力成熟度评估办法、 信息安全技术信息系统通用安全技术要求、 数据中心设计规范、 信息化和工业化整合管理体系、 工业自动化和控制系统网络安全等。

## 3.3术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.3.1智能工厂

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。

说明：（来源：GB/T 38129—2019，定义3.1.1）

3.3.2数字化车间

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。

说明：（来源：GB/T 37393-2019，定义3.3）

3.3.3智能物流

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。

3.3.4制造执行系统

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。

说明：（来源：GB/T 25486-2010,定义2.162）

3.3.5高级计划排产

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。

3.3.6设备预测性维护

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。

说明：（来源：TS16949之3.1.6，3.1.7）

3.3.7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。

## 3.4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)说明：文中涉及的缩略语均为有色金属加工智能工厂建设中有可能涉及系统或技术，均按照相关行业标准及规范给出明确定义及全称。

## 3.5总则

3.5.1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1所示。



有色金属加工智能工厂总体框架

说明：有色金属加工行业具有产品品种规格多、订单批量小、生产工艺流程长、产品精度要求高、物流调度频繁等特点，企业需快速响应市场和客户要求。有色金属加工企业智能工厂建设目标为实现生产、设备、能源、物流等资源要素的数字化汇聚、网络化共享和平台化协同，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，实现集柔性化组织生产、产品质量全生命周期管控、供应链协同优化运营于一体的质量稳定、协同高效、响应快捷的目标。

3.5.2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。

说明：传统的IT架构已经难以支撑大量的知识复用和功能扩展，制约了智能化的发展，而基于工业互联网的技术架构，可以承载蕴含众多工业知识的数字化模型与微服务，大幅提高工业知识的复用水平。有色金属加工企业采用基于工业互联网的“云、边、端”架构，将企业大量基于传统IT架构的信息系统作为平台的数据源，继续发挥系统剩余价值，并逐步推进传统信息化业务的云化部署，解决企业传统系统向工业互联网迁移、单个企业与行业平台对接问题。同时，企业以硬件、软件、数据等基础要素迁入云端为先导，逐步推进企业实现核心业务系统云端集成，实现跨企业云端协同。

3.5.3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。

智能管理与服务：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；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。

说明：立足有色金属加工行业特点和智能制造现状，坚持问题导向，围绕加工的质量稳定、柔性生产需求，聚焦研发、装备、生产、运营、供应链协同等核心业务环节，解决企业普遍面临的产线装备基础不牢、安全环保管控水平不高、信息化与管理两层皮、先进技术应用动力不足等突出问题。

## 3.6基本要求

说明：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。

3.6.1基础设施要求

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，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。

3.6.2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：

1. 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。
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。

说明：针对有色金属加工企业生产规模不一、装备种类多、自动化水平参差不齐等问题，要坚持“因企制宜、问题导向、注重实效”，根据企业发展战略和实际生产经营情况，统筹规划，分步实施，明确建设重点，有序推进智能工厂建设。要结合企业需求紧迫程度、基础条件和资金承受能力等因素制定实施方案，在做好相关流程、数据、操作标准化的基础上，对设备进行数字化，逐步建设完成综合集成的生产管控平台，实现业务的全流程跟踪和追溯，同时不断积累相关数据，通过工业大数据平台实现数据的创新应用。尤其是中小型加工企业，针对其生产规模较小、自动化水平偏低、生产管理粗放等特点，要重点加强信息化基础设施及信息安全建设，逐步开展设备的数字化改造。

3.6.3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、

说明：解决有色金属加工企业建设目标和路径不明确、建设内容不成体系、建设重点不够突出、项目推进困难等问题，多是“摸着石头过河”，系统意识不足，信息孤岛现象严重，极易陷入“重局部改造，轻整体优化”“重业务系统建设，轻数据价值挖掘”“重建设，轻运维”等误区。

3.6.4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。

1. 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。

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。

说明：信息系统安全防护建设，应进行安全等级保护定级和备案，并通过相应等级的测评，以确保信息系统的可靠运行，以及在法律法规层面的合规性。

3.6.5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。

说明：为保障有色金属加工企业智能工厂项目的顺利推进和建设成效，需要明确企业主体责任意识，引导企业做好顶层设计、确定建设重点，又根据先进企业智能制造项目建设的成功经验，强调整体规划和问题导向，在资金投入、组织规划、人才队伍、运营维护、信息资源、标准体系等方面明确了基础支撑要求，引导企业解决拿来主义盛行、领导重视程度不够、资金持续投入不足、复合型人才匮乏等问题，为企业顺利开展智能工厂建设工作提供要素基础保障。

3.6.6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。

3.6.7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；

说明：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数据识别、数据格式转换、数据集成和共享主要三个方面。

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数据安全管理、数据合规管理、数据质量管理、数据流程管理、数据价值管理等五个方面。

3.6.8安全体系要求

3.6.8.1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。

3.6.8.2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。

说明：在信息安全方面，要统一进行规划设计，健全信息安全管理制度，重点关注工控网络安全，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。

## 3.7智能设计

3.7.1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。

3.7.2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化。

3.7.3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。

说明：有色金属加工智能工厂通过构建基于工业大数据的数字化孪生，激发企业活力和内生动力，推进企业工艺技术和管理经验的知识沉淀和全面共享，实现基于数据的产品仿真优化、设备运行仿真优化、工艺流程仿真与参数优化、质量管理优化、生产过程仿真与管理优化等应用创新。

## 3.8智能生产

3.8.1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。

3.8.2 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。

说明：智能感知是智能生产的基础和前题，它涉及到使用各种传感器和先进的数据处理技术来自动收集、分析和理解智能工厂生产环境中的信息。这些信息包括但不限于机器状态、生产过程、物料流动等。通过智能感知，工厂能够实现对生产过程的实时监控、故障预测、自适应调整和优化控制，从而提高生产效率、降低成本、确保产品质量和提高安全性。

3.8.3过程自动化

3.8.2.1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。

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。

说明：建设或升级成为高度自动化、低人工干预的有色金属加工智能产线是实现智能化的最急迫和关键的任务。

3.8.3.2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。

3.8.3.3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：

（1）设备状态采集

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。

3.8.4计划与执行管理

3.8.4.1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。

3.8.4.2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。

3.8.4.3计划排产与执行

3.8.4.3.1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。

3.8.4.3.2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。

3.8.4.3.3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。

3.8.4.3.4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。

3.8.4.3.5宜集成数据分析和预测模型，预测生产风险和故障。

3.8.5工艺管理

3.8.5.1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。

3.8.5.2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。

3.8.5.3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。

3.8.5.4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。

3.8.6质量管理

说明：建设全流程生产质量智能化管控系统，提供统一的质量实时监控与报警功能，集成QMS、MES与检化验系统的工艺质量、在线检测、抽样化验、报警和操作处理等各种质量信息，实时显示各工序设备的质量报警信息，并能对报警进行归类、分级，通知相关人员，可历史查询与导出。

3.8.6.1 总体要求

3.8.6.1.1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。

3.8.6.1.2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。

3.8.6.1.3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。

3.8.6.1.4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。

3.8.6.1.5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。

3.8.6.2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。

3.8.6.3智能检测

3.8.6.3.1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。

3.8.6.3.2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。

3.8.6.3.3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。

3.8.6.3.4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。

3.8.6.3.5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。

3.8.6.4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。

3.8.6.5 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。

3.8.6.6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。

说明：质量档案是质量管理体系的重要组成部分，通过记录、追踪、合规性、改进、沟通、风险管理和决策支持等多方面的功能，在确保产品和服务质量方面发挥着关键作用，数字化质量档案应融合在质量设计、智能检测、质量检验、实验室管理等各方面。

3.8.7设备管理

3.8.7.1 总体要求

3.8.7.1.1 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。

3.8.7.1.2 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。

3.8.7.1.3 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。

3.8.7.1.4 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。

3.8.7.1.5 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。

3.8.7.1.6 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。

3.8.7.2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。

3.8.7.2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。

3.8.8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。

说明：有色金属加工智能工厂基于有色加工过程铸造、轧制、挤压、拉拔等工序精度控制要求高、生产运行速度快等特点，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，实现质量稳定和精准控制。

3.8.9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

说明：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。

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。

说明：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。其具有占地面积小、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。

1. 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。

说明：智能平面仓库在熔铸、板带、成品应用比较多。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。

1. 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。
2. 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。

说明：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。

## 3.9智能管理

3.9.1.1供应链管理

3.9.1.1.1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。

3.9.1.1.2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。

3.9.1.1.3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。

说明：有色金属加工企业通过智能工厂建设实现资源要素的汇聚和互联互通，通过智能生产系统建设实现信息融合共享，通过基于服务型制造的智能服务应用推动新业态发展，同时，为激发企业活力，发展新质生产力。

3.9.1.2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：

a）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；

b）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；

c）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。

3.9.1.3安全环保管理

3.9.1.3.1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。

3.9.1.3.2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。

3.9.1.3.3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。

说明：在生产安全方面，要规范生产现场的健康、安全、环境保护工作，通过智能装备的应用及安防应急一体化集中管控中心建设，构建以全面评估、闭环管理、实时联动、智能预警为特征的主动安全管理保障体系，全面提升人员行为安全、作业环境安全和设备运转安全。在环境保护方面，要利用智能监控手段和定位技术，实时监测废水废气排放点及固体废物产生、处置环节以及重点环保区域的设备数据与环境信息，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。

3.9.1.4 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。

3.9.1.4.1 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。

3.9.1.4.2 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。

3.9.1.4.3 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。

3.9.1.4.4 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。

3.9.2智能服务

应基于互联网、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。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，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。
2. 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。
3. 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。
4. 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。

说明：有色金属加工企业面临下游客户分散、需求响应速度快、个性化需求多等问题，有色金属加工智能工厂以保证生产连续为核心，打通消费与生产、供应与制造、产品和服务间的信息通道，整合信息资源，降低供应链综合成本。

3.10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。

3.10.1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。

3.10.2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。

3.10.3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。

3.10.4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。

3.10.5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。

3.10.6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。

3.10.7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。

3.10.8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。

3.10.9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。

# 四、主要试验（或验证）情况分析

中色科技致力于有色金属加工智能工厂设计、建设和服务，通过数智化赋能并推动传统产业转型升级，设计了“工业互联网平台+设备设施智能化、生产过程数字化、企业运营数字化+安全防护体系”的“1+3+1”有色金属加工数智化工厂建设技术架构。中色科技率先在有色金属加工行业探索并建设具有显著行业特征、满足企业发展需求的“中色云”有色金属加工工业互联网平台。“中色云”集成云计算、物联网、大数据、人工智能等技术，实现有色金属加工企业人、机、物、系统的数字互联，快速构建数据模型、数字孪生体和工业应用，为企业技术创新、生产管控、质量提升、设备运行、能效优化、安全生产、上下游资源协同提供先进可靠的数字基座，推进了中铝洛阳铝箔、中铝洛阳铝加工、东北轻合金等企业数字化转型，助力中铝瑞闽建成国内首个铝板带加工“黑灯工厂”。

宁波金田铜业将智能化作为企业转型升级的重要抓手，于2017年成立智能制造研究院，与国内外知名的智能制造服务公司深度合作，从精益化、自动化、信息化三方面入手，推动公司数字化车间建设，以打造无人化工厂为目标不断推进信息化与自动化的深度融合与应用。

在2017年9月，金田铜业就启动了智能制造整体规划。从第一阶段全生产要素数字化汇聚的透明化生产，到第二阶段设备与设备之间，工厂与工厂之间的横向、纵向联动，最后到第三阶段的数据分析建模与深度应用。金田铜业车间的自动化率已超过93%。不断加码智能制造的金田铜业生产效率明显提升。已建成数字化工厂为例，其生产效率与2017年相比提升了27%，能源利用率提高了15.8%，订单交付及时率提高了13.8%。金田铜业将继续加码智能制造，力争在不久的未来打造一个用人更少，决策更加透明高效，人机、产业链、供应链更为协同的“未来工厂”。



河南明泰铝业股份有限公司在绿色发展、智能制造等方面不断推进管理变革，企业实施“智能制造，布局产能提升”战略，提出以3座“智能工厂”为核心，以人力资源、生产制造、产品销售、采购供应、物资消耗、经营成本6项数据系统为支撑的“3+6工业大脑”实施方案。在生产制造方面，持续加大对主要产品生产线自动化、信息化改造，配套智能化仓储系统和产供销财一体化软件系统的智能物流圈。实施智能管控系统，优化现场生产要素管理，从订单下达到产品发货，做到了全流程数字化管理，实现了生产计划智能化管控，生产效率大幅提高，过程绩效持续提升。2021年完成铝板带箔销量114.54万吨，同比增长约17.54%，延续了产销量持续增长势头，市场占有率及行业影响力不断提升。

# 五、标准中如涉及专利，应有明确的知识产权说明

本标准暂不涉及专利。

# 六、预期达到的经济效果

## 6.1项目的必要性

目前，国内在智能工厂有些宽泛标准和指南，如：《工业4.0:智能工业》；《中国制造2025》；《国家智能制造标准体系建设指南》《工业大数据白皮书》；《信息物理系统白皮书》《工业互联网网络连接白皮书》《工业互联网平台建设及推广指南》《有色金属智能加工工厂建设指南》等，以及工业和信息化部智能制造试点示范及应用，推动国内流程制造、离散制造、智能装备和产品、新业态新模式、智能化管理、智能化服务智能制造进程，逐渐形成产业链智能制造体系。

有色金属加工行业内尚未建立智能工厂标准体系，新一代信息技术与传统有色金属加工生产制造应用缺乏深度融合。该技术规范建立，可推进互联网、大数据、人工智能、5G、边缘计算、虚拟等前沿技术在有色金属加工行业应用，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、平台化协同，实现柔性化组织生产、产品全生命周期管控、供应链协同优化运营，提升核心竞争能力具有重大意义。

## 6.2项目的可行性

中色科技、宁波金田等单位在2019年-2020年积极参与工信部、中国有色工业协会组织的《有色金属智能加工工厂建设指南》编写，同时参编单位积极开展相关自动化产线、数字化车间、智能化工厂等技术研究，积累了丰富的工程经验和技术成果。

## 6.3标准的先进性、创新性、标准实施后预期产生的经济效益和社会效益

1、标准实施后预期达到的社会效益

随着工业互联网、大数据、云计算、人工智能等前沿技术的发展，智能制造已成为制造业发展的共同主题，是提升制造业核心竞争力的必然途径。目前，我国有色金属加工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、物流等资源要素的数字化汇聚、网络化共享、平台化协同和优化配置，推动有色金属行业绿色、智能和持续高质量发展。

1. 标准实施后对产业发展的作用

本标准在精确结合有色金属加工生产特点的基础上对有色金属加工智能工厂的通用技术进行规范和要求，从而推动有色金属加工智能工厂稳步有序推进，确保有色金属加工智能工厂建设过程规范化、关键系统集成化、产品制造过程智能化。

本标准的制定可以使有色金属加工企业在建设前期准确把握智能制造各个环节基本要求，从源头推动形成有色金属加工产业链上下流协同性智能制造体系。

该标准对有色金属加工智能制造技术服务商具有技术研发与集成的指导性帮助作用。

# 七、采用国际标准或国外先进标准的对比情况

本标准没有国际标准可以采用。

本标准制订过程中未查到同类国际、国外标准。

本标准参考了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）》。

# 八、与现行法律、法规、强制性国家标准及相关标准协调配套情况

本标准与现行法律、法规、规章和相关标准协调一致，标准的格式和表达方式等方面完全执行了现行的国家标准和有关法规，符合GB/T 1.1的有关要求。

# 九、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准未产生重大分歧意见。

# 十、标准性质的建议说明

根据标准化法和有关规定，建议本标准的性质为推荐性行业标准。

# 十一、贯彻标准的要求和措施建议

本标准的技术内容是推荐性的，建议标准发布后即可实施，建议本标准由各级人民政府的工业和信息化行政主管部门负责监督实施。

本次制定的《有色金属加工智能工厂通用技术要求》，不仅与生产企业有关，而且与评价机构、行业监督管理部门等相关。对于标准使用过程中容易出现的问题，起草单位有义务进行必要的解释。

# 十二、废止现行有关标准的建议

本标准为首次制定，无代替标准。

# 十三、其他应予说明的事项

本标准无其他应予说明的事项。

《有色金属加工智能工厂通用技术要求》编制组

2024年9月