

新时期铜加工行业智能化升级障碍与发展路径研究

王秀玉

宁波博威合金材料股份有限公司

DOI : 10.32629/jpm.v7i5.8917

[摘要] 铜加工产业固有生产运营模式已难以适配当下产业发展格局，智能制造已然成为行业突破发展瓶颈、优化产业架构的核心路径。结合铜加工行业生产流程、产业布局及运营管理实际现状，梳理行业智能化转型面临的各类现实阻碍，依托生产流程改造、智能装备应用、产业生态搭建等层面探寻契合行业特质的升级路径，厘清转型进程中的关键落脚点与实施脉络，为铜加工行业稳步落地智能改造、完成产业能级整体跃升提供可靠发展参照。

[关键词] 铜加工行业；智能制造；转型升级；产业优化

Research on Obstacles and Development Paths for Intelligent Upgrading in the Copper Processing Industry in the New Era

Wang Xiuyu

Ningbo Bowei Alloy Materials Co., Ltd.

[Abstract] The traditional production and operational model of the copper processing industry can no longer align with contemporary industrial development trends. Intelligent manufacturing has become the core pathway for overcoming developmental bottlenecks and optimizing the industry structure. Based on an analysis of the current production processes, industrial layout, and operational management practices in the copper processing sector, this study identifies various practical obstacles to intelligent transformation. It explores upgrade pathways tailored to industry characteristics through approaches such as production process optimization, application of smart equipment, and establishment of an industrial ecosystem, clarifies key implementation priorities and actionable steps, and provides a reliable framework for steadily advancing intelligent transformation and achieving comprehensive industrial upgrading in the copper processing industry.

[Key words] Copper processing industry; Intelligent manufacturing; Transformation and upgrading; Industrial optimization

引言

铜加工隶属有色金属产业核心门类，辐射建筑电力机械制造等诸多下游领域，产业发展态势深刻牵动工业产业链整体平稳运转。传统铜加工生产长期依托人工经验与粗放作业形态，生产流程衔接阻滞资源利用效能偏低生产管控精细度不足等短板逐步显现。智能技术同工业生产的深度交融为传统制造业态革新赋予全新发展契机，铜加工行业亟待探寻契合自身工艺特质与产业基底的转型路径，贴合行业生产特质与发展现状摸索适宜的智能制造升级脉络，助力行业提质增效稳步迈向高端化发展层级。

一、铜加工行业现有生产运营发展现状

(一) 传统生产工艺作业运行特征

铜加工囊括熔炼、轧制、挤压及深加工等关键环节，整套

生产链路工序冗杂且工艺规范执行标准严苛。传统生产框架下各工序多以独立作业形态开展，工序间信息交互壁垒明显，生产节奏多由一线实操人员经验主导把控。原料投送、参数整定、品质核验等关键节点仍留存大量人工参与环节，作业流程规范化建设整体偏弱。物料流转缺少统一调度统筹，各工段作业步调难以精准适配，极易引发工序空耗或流程拥堵问题。品质管控多采用事后抽样核验模式，生产隐性风险难以及时甄别处置，工艺参数小幅偏差便会引发整批产品质量起伏，过高人工依赖也制约着行业精细化标准化发展进程。

(二) 行业整体产业架构分布格局

国内铜加工产业呈现区域集聚化发展态势，多地已形成具备规模辐射效应的产业集聚区，行业内中小生产主体与大型龙头企业并行共生。不少中小厂商依旧沿用老旧生产装备与固化

运营模式，空间布局零散无序，同类型主体同质化生产复刻现象尤为突出。大型龙头虽坐拥产能体量与资本储备，硬件设施基础底蕴扎实，但产业链上下游协同联动机制尚不完善，原料供给、精深加工与市场经销各环节衔接存在断层。产业内专业分工细化程度不足，高端深加工产品产能供给缺口较大，多数厂商扎堆布局中低端基础品类赛道，业态层级单一且研产衔接不畅，集聚红利难以充分转化为产业增长动能。

（三）现有基础智能化应用普及程度

国内铜加工头部企业已逐步引入基础智能装备与数字化管控工具，在单一生产工段完成局部自动化升级改造。多数企业智能应用仅局限于单机设备自动化运行，多设备跨工序的数据联通与协同运转尚未落地。生产现场数据采集覆盖维度受限，工况状态、设备工况及物料损耗等核心数据无法实现全流程动态归集^[1]。部分企业搭建的信息化平台功能架构单薄，仅承担基础数据登记存档职能，未能深度嵌入流程管控、品质溯源与生产调度全链条。中小厂商受资金储备、认知视野及技术储备约束，智能升级进程推进迟缓，依旧固守人工主导的传统管理模式，行业智能应用呈现区域失衡、企业层级差距悬殊的发展现状。

二、铜加工行业智能制造转型现存阻碍

（一）智能装备适配行业工艺存在短板

铜加工各类产品生产制程差异突出，熔炼、拉伸、精切、表面处理各工段均存有专属工艺特质，市面通用智能设备很难贴合这类特殊工况作业诉求。现有工业智能装备多以通用制造领域为研发定位，适配铜加工高温高压连续化生产工况的专用设备品类相对稀缺，部分引进设备仅能适配常规标准化简易工序，应对复杂异形铜材深加工环节时作业精度与工艺契合度难以达到生产标准^[2]。老旧产线整体架构固化定型，智能设备嵌入改造需兼顾原有产线排布与作业流程，落地实施难度偏高还易干扰日常生产运转，专用智能装备研发周期久、投入成本高昂，技术成果落地转化节奏偏缓，难以快速承接行业多元工艺升级诉求。

（二）行业数字化基础建设较为薄弱

铜加工多数企业厂区信息化配套铺设仍有欠缺，生产车间、仓储库区、物流通道等关键场景的数据采集终端布设密度不足。不少在用生产设备机型老旧，本身不具备数据交互传输功能，工况参数难以实现实时汇总归集，企业内部各职能板块信息系统各自独立割裂，生产、仓储、营销、财务等板块数据无法互通共享，逐步形成封闭孤立的信息孤岛状态。行业尚未形成统一规范的数字化建设准则，各家企业选用信息化系统规格参差不齐，产业集群内部难以搭建共建共用的数字化协同载体，生产环节生成的海量信息缺少规整梳理与深度盘活，无法依托数据资源优化生产排布、工艺迭代与经营研判。

（三）专业复合型人才队伍储备不足

智能制造转型对在岗人员综合素养提出更高要求，需兼具铜加工工艺认知、智能设备运维实操与数字化平台管控综合素养。现有在岗从业者多深耕传统生产环节，对智能设备运维调试、数字化平台实操等新型技能掌握较为欠缺，高校相关专业人才培养导向和行业转型实际需求衔接存在错位，课程架构偏重理论讲授，缺少贴合铜加工智能生产场景的实操实训内容。行业对跨界复合型人才吸纳吸引力偏弱，人才引进与留存保障机制仍有完善空间，难以集聚兼具工业智能与有色金属加工交叉学识的优质人力储备，企业内部在岗人员技能培育体系更新滞后，培训内容迭代节奏迟缓，无法适配智能化转型带来的岗位能力全新标准。

三、铜加工行业智能制造转型核心原则

（一）立足行业工艺实际稳步推进升级

智能制造升级需扎根铜加工固有生产工艺与产业根基，以现有熔炼、轧制、深加工等核心工序为核心制定改造方案，充分考量不同企业生产规模、产品定位、工艺特点的差异，摒弃统一化“一刀切”改造模式^[3]。优先聚焦生产瓶颈突出、品质波动明显、能耗偏高的关键工序开展智能改造，遵循局部到整体、简易到复杂的推进节奏，兼顾老旧生产线改造与新建智能产线规划衔接，保留成熟可靠的传统工艺核心，以智能技术补齐工艺管控与作业效率短板，结合企业资金实力、技术储备、人员配置实际，合理设定转型节奏与升级目标，保障改造平稳有序且干扰正常生产经营。

（二）兼顾绿色低碳与智能发展融合

铜加工生产具有高能耗、废弃物排放集中的特点，智能制造转型应与绿色低碳发展理念深度融合，统筹推进节能降耗与清洁生产。在智能装备选型、产线改造中优先选用节能低排放智能化设备，依托智能管控优化能源分配与生产调度。借助数字化技术实时监测生产能耗、废气废水废渣排放状态，精准调控生产工况实现资源高效利用与污染物合理管控，将绿色生产理念融入智能工厂整体规划，优化物料流路径与车间布局，减少资源损耗，通过智能工艺改良优化原料配比与作业流程，降低边角料产生量、提升废料回收再利用水平，实现智能升级与绿色生产融合协同、同步推进。

（三）依托产业集群联动协同共同发展

铜加工产业集聚化特征显著，智能制造转型需发挥集群资源整合与联动优势，区域内龙头企业发挥引领作用，率先完成智能改造形成可借鉴实践，向中小微企业输出成熟技术与运营经验。应加快构建产业公共服务平台，整合技术研发、设备共享、人才培养与信息互通等资源，有效降低企业智能化转型成本与门槛。同时，强化上下游协同，推动原料供应、生产、物流到销售全链路智能互联与数据贯通，构建高效协同的全产业链生态。通过加强行业交流，统一建设规范与工艺标准，避免同质化改造，凝聚集群合力，全面提升行业智能制造水平。

四、铜加工行业智能制造具体转型实施路径

(一) 生产全流程智能装备迭代升级改造

围绕铜加工熔炼、轧制、挤压、精整、检测全工序,逐步淘汰老旧人工作业设备,引入专用智能熔炼炉、智能轧机、在线精准检测装置等适配行业工艺的专业装备^[4]。搭建自动化物料输送与仓储调度系统,实现原料入库、生产流转、成品出库全流程无人化智能管控,依托传感设备与智能控制组件实时捕捉生产工艺参数,完成温度、压力、转速等关键指标自动调控,降低人工干预引发的参数偏差。搭建车间智能管控终端,实时监测设备运行状态、作业进度及故障隐患,实现设备故障提前预警与快速检修维护,针对异形铜材高端深加工需求,引入柔性智能加工设备,适配多品类、小批量定制化生产,同步提升产线柔性及加工精度。

(二) 搭建全链条数字化协同运营体系

统筹搭建企业内部数字化网络架构,打破生产车间、管理部门、仓储物流、销售环节的信息壁垒,实现各类经营生产数据高效互通。在各关键场景布设全覆盖数据采集终端,对生产能耗、物料消耗、产品品质、设备工况等信息开展全程实时归集与整理,搭建贴合铜加工行业特性的数字化运营管理平台,整合生产调度、品质管控、库存管理、订单跟进等核心功能,实现企业经营全流程的一体化、线上化协同管控。依托归集的行业生产数据,梳理工艺优化方向、生产调度方案及市场供需匹配逻辑,为生产安排与经营调整提供坚实信息支撑,推动产业链上下游数字化系统对接,实现订单传递、原料调配、物流追踪等环节协同运作,提升全链条运营流畅度。

(三) 完善行业智能转型配套服务体系

搭建行业共性技术研发平台,联动科研机构、装备企业,聚焦铜加工专用智能装备研发、工艺数字化改良等核心方向开展联合技术攻关。建立行业人才定向培养机制,深化校企协同,开设契合铜加工智能化转型需求的复合型专业课程,增设智能设备运维、数字化生产管控等实操教学内容,强化人才实践能力培育。组建专业技术服务团队,为中小微企业提供智能改造方案规划、设备调试、人员培训等一站式服务,降低企业转型难度。设立行业智能转型服务机构,梳理整合优质智能装备服务商、技术研发资源,为企业资源对接、咨询指导等配套服务,制定行业智能化建设基础规范,明确数据采集、设备接入、平台建设统一标准,保障行业智能转型规范化、标准化推进。

五、智能制造转型对铜加工行业长远发展价值

(一) 优化生产作业模式提升运行效能

智能技术深度融入铜加工各生产环节,彻底革新传统人工主导的粗放作业形态,让工序衔接更紧凑顺畅,无效作业时间大幅压缩。生产工艺参数实现自动化精准调控,人为操作失误引发的品质问题大幅减少,产品批次稳定性大幅提升。物料流转与仓储调度通过智能系统统筹配置,资源分配更趋合理,生

产物料浪费得到有效遏制。设备运行状态实时监测与故障预警常态化,设备停机检修时长缩短,生产线连续作业能力稳步增强,生产管控从事后被动处置转向全过程动态监管,生产节奏调配更科学,整体运行效率稳步提升。

(二) 完善产业层级增强市场竞争实力

智能制造转型推动铜加工行业从基础低端加工向高端精深加工延伸,助力企业研发生产高附加值精密铜材产品。行业整体工艺水平与产品品质标准全面提升,可精准适配高端装备、电子电力等下游领域的严苛采购需求^[5]。产业内部分工更细化合理,龙头企业聚焦高端研发与智能生产,中小主体依托集群配套开展专业化细分生产,形成层次分明的产业架构。智能改造带来的品质与效率优势,帮助行业摆脱低端同质化竞争,凭借优质工艺与产品构建核心竞争力,在稳固国内市场份额的同时,持续开拓国际市场新空间。

(三) 规范行业发展模式助力持续进阶

智能化、数字化管控方式的普及,推动铜加工行业生产流程与经营管理走向标准化、规范化。行业能耗与排放管控更精准,绿色生产理念深度融入日常运营,实现产业发展与生态保护协同推进。数字化信息归集与共享,为行业政策制定、产业规划布局提供可靠依据,引导产业合理布局、有序发展。复合型人才队伍逐步壮大,为行业技术创新、工艺改良、模式升级储备充足人力支撑。智能转型推动行业摒弃粗放式发展,转向创新驱动、集约高效的全新形态,为行业长期稳定进阶筑牢坚实基础。

结语

结合铜加工行业生产特性与发展现状,梳理智能制造转型现存境况与内在制约,明晰转型核心准则并规划落地路径。智能制造不单是设备与作业形态迭代,更是行业产业架构、运营逻辑、发展理念的全方位革新。立足工艺根基与产业条件,以智能技术补齐短板,依托产业集群协同赋能,循序完成智能化改造,助推行业迈入高质量可持续发展全新阶段。

[参考文献]

- [1]赵怡涵.中国有色金属加工工业协会有关负责人就当前铜铝加工行业运行情况答记者问[N].中国有色金属报,2026-04-25(002).
- [2]徐一峰,吴超,豆亮.立体智能高温、重载仓储系统在铝加工行业的研究与应用[C]//河南省有色金属行业协会,河南省有色金属学会.2025年第六届中原国际铝加工创新发展论坛论文集.商丘阳光铝材有限公司,2025:87-90.
- [3]刘贵林,卢会超,李强,等.智能物流系统在塑料管加工行业中的应用[J].物流技术与应用,2024,29(11):128-134.
- [4]龚燃.浅谈智能制造在有色金属加工行业的发展[J].有色金属加工,2022,51(06):10-14.
- [5]贾雲.中国铜加工:存量突破时代如何高质量发展[J].中国有色金属,2022,(10):46-47.