

自动化技术在生产效率提升中的应用

罗国文 刘 坤

玉溪合创科技有限公司 云南 玉溪 653100

摘 要：本文以工业生产效率优化为核心，梳理PLC、工业机器人、MES系统等主流生产自动化技术，剖析各类技术增效原理，结合原料备料、核心加工、成品出库、运维管控全生产流程，探究自动化技术落地应用价值。同时指出中小企业改造不足、产线柔性薄弱、人机协同失衡等现存痛点，针对性提出定制化改造、柔性产线优化、人机协同优化策略，并预判AI融合、轻量化自动化、全链路智能生产三大发展趋势，助力制造行业降本提质、盘活产能。

关键词：自动化技术；生产效率提升；应用

引言：当下制造业市场竞争加剧，订单多元化、产能提质降本需求持续攀升，传统人工主导生产模式存在工时冗余、误差率高、产能受限、次品损耗大等弊端，难以适配现代化量产与柔性生产需求。自动化技术成为制造产业转型升级、拉升生产效率的核心抓手，覆盖基础操控、智能管控、数据协同全维度。基于此本文结合工业生产实际工况，拆解自动化技术应用逻辑与落地成效，剖析落地难题并优化方案，为制造企业自动化技改、生产效能升级提供参考依据。

1 生产领域主流自动化技术及增效原理

1.1 生产基础流程自动化技术及应用属性

（1）PLC可编程控制自动化技术生产适配应用：PLC依托可编程逻辑程序替代人工电路操控，适配机械制造、轻工、化工多类离散与流程化生产线，可自定义启停、时序、联动逻辑，抗车间粉尘、电压波动干扰性强，适配中小型生产流水线基础调控，是底层自动化核心控制载体。（2）机电一体化自动执行设备基础应用场景：融合机械传动、电控、传感模块一体化设备，多用于物料输送、工件夹紧、原料裁切基础工序，覆盖车间上料、下料、工位转运基础场景，简化分体设备调试流程，实现基础工序无人值守执行。（3）单机自动化加工设备生产应用特征：单台设备集成加工、调控、自检模块，无需外接控制系统，适配零部件车削、打磨、冲压单一加工工序，布局灵活、运维简单，适配小批量、多品类单品生产，降低单机人工值守成本。

1.2 智能控制类自动化技术生产应用

（1）工业机器人分拣、装配自动化应用：多关节工业机器人依托伺服驱动完成精准位移，标准化完成物料分类、零部件卡扣装配、成品组配作业，复刻人工操作同时提升作业精度与速度，适配仓储分拣、家电、汽车零部件装配产线。（2）DCS集散控制系统生产线管控应

用：采用分散控制、集中管理架构，拆分生产线温控、压力、转速管控单元，统筹调控化工、热力、连续加工长线生产，单点故障不影响整条产线运行，强化流程生产稳定性。（3）机器视觉检测自动化技术生产落地应用：依托图像采集、算法识别替代人工质检，快速甄别工件尺寸瑕疵、外观破损、物料错位问题，完成成品、半成品全检，规避人工视觉漏检、误检问题，提升质检标准化程度^[1]。

1.3 信息化协同自动化技术增效机理

（1）MES生产执行系统流程自动化应用：打通车间生产排程、工序报工、物料调度流程，自动下发生产工单、同步工位生产进度，串联上下游加工工位，消除人工台账、人工派工滞后问题。（2）物联网生产数据自动采集与联动应用：依托传感器、无线网关自动抓取设备能耗、产能、故障数据，实现设备间数据联动、异常自动预警，打通设备、车间、管控端数据壁垒。（3）各类自动化技术提升生产效率核心原理：基础自动化削减基础人工操作工时，智能控制优化作业精度、减少次品损耗，信息化协同压缩工序等待、调度、沟通冗余时间，全域降低人工误差、设备停机与物料浪费，压缩生产周期，盘活产能实现降本增效。

2 自动化技术在生产全流程效率提升落地应用

2.1 原料备料与上料环节自动化应用

（1）原料自动输送、配比设备落地应用方案：生产车间搭载皮带自动化输送机、密闭管道输料装置与智能配比一体机，针对化工、食品、机械加工行业颗粒、液态、固态原材料，依托预设参数完成定量送料、精准混配、匀速输送作业，摒弃人工称重、人工投料、人工调配传统模式，设备搭载流量传感器、重量校准模块，自动修正配比误差，适配连续化前置备料工序，可对接后端加工设备实现无缝送料，适配大批量标准化原料加工

生产场景。(2)智能仓储AGV小车自动物料调度应用:依托车间仓储物流调度系统联动AGV无人搬运小车,依托磁条导航、激光导航技术,根据生产工单自动调取原材料、周转工装、辅助耗材,自主规划运输路线,规避车间设备、人员障碍物,跨工位、跨库区完成物料转运,无需人工叉车司机搬运调度,可实现24小时不间断物料配送,适配多工位同步领料、分时供料生产需求^[2]。

(3)备料自动化改造对前置生产效率优化效果:自动化备料上料消除人工称重失误、物料搬运耗时、物料错配问题,压缩原料筹备等待时长60%以上,减少仓储领料、物料转运人工岗位配置,同时规避原料浪费、物料堆放混乱问题,打通生产前端物料供给瓶颈,保障后端加工工序不间断运行,筑牢全流程高效生产基础。

2.2 核心加工生产环节自动化技术应用

(1)流水线全自动闭环加工系统应用:依托PLC与总线控制搭建闭环全自动加工流水线,整合工件夹持、粗加工、精加工、工序冷却基础模块,物料进入产线后全程无需人工干预,自动完成工序流转与参数调控,形成闭环生产链路,适配零部件标准化量产,杜绝人工操作导致的工序断点,提升流水线作业连续性。(2)多工序协同自动化生产线一体化应用:整合切削、打磨、焊接、组装多类自动化设备,依托中控系统实现多工序时序协同、速度匹配、工位联动,打破单设备独立作业壁垒,同步完成多道连续加工工序,缩减工序间物料转运、工件二次装夹耗时,缩短产品整体加工周期,适配汽车零部件、五金制品复合型生产作业。(3)非标生产工况自适应自动化设备应用实践:搭载智能传感与自适应调控算法自动化设备,针对工件尺寸偏差、车间温湿度波动、原料材质差异等非标工况,自动微调加工转速、加工力度、作业轨迹,无需人工更改设备程序、调试设备参数,解决小批量、多规格非标产品生产适配难题,提升柔性生产加工效率^[3]。

2.3 成品检测与分拣出库自动化应用

(1)自动化无损瑕疵质检技术批量生产应用:采用超声波无损检测、机器视觉高清成像质检技术,对成品内部裂痕、外观划痕、尺寸偏差、密封性缺陷开展非破坏性批量检测,检测速度远超人工质检,可实现流水线100%全样本检测,剔除不合格产品,降低次品流入市场概率,减少返工返修人力与物料损耗。(2)成品自动分类、打包、码垛机器人应用:依托分拣机器人、柔性打包设备、关节式码垛机器人联动作业,依据产品规格、质量等级自动分类归集,自动完成覆膜、装箱、封箱打包,最后完成整垛成品堆叠入库,替代人工分拣、

打包、堆叠重体力劳动,提升成品后端处理标准化程度与作业速度。(3)出库物流自动化联动生产末端增效应用:对接仓储WMS系统与出库输送线,成品码垛完成后自动转运至出库月台,自动完成货品扫码登记、出库台账录入、物流分流,实现生产末端、仓储、物流数据联动,省去人工台账登记、人工分拣发货流程,压缩产品出库周转时长。

2.4 生产运维管控自动化配套应用

(1)设备故障自动预警、运维自动化应用:生产设备搭载振动、温度、电流传感监测模块,实时捕捉设备运行参数,轴承磨损、线路过载、部件老化问题触发系统自动预警,定位故障点位并推送运维方案,规避设备突发停机故障,减少非计划停机造成的产能损耗,延长设备运维周期。(2)生产产能、能耗数据自动监测管控应用:依托物联网感知设备全域采集车间产能、水电能耗、设备空载损耗数据,系统自动生成数据报表,识别高能耗工位、低效生产工序,辅助管理人员优化生产能耗配置、淘汰低效作业模式,实现产能与能耗精细化管控^[4]。(3)生产排班、工序调度智能化应用:依托MES系统结合订单体量、设备负荷、人员配置自动优化班组排班、工序排布,自动插单加急生产订单,平衡各工位生产负荷,消除人工调度不合理、工位产能失衡问题,盘活车间整体产能,优化全流程生产调度效率。

3 自动化技术在生产效率提升应用现存问题、优化策略与应用展望

3.1 当前生产自动化落地应用现存问题

(1)中小型企业自动化设备适配应用不足:中小制造企业资金储备有限、生产预算紧张,高端工业机器人、成套智能产线采购及落地成本高昂,加之厂房布局老旧、流动资金短缺,大多仅部署基础PLC单机设备,未搭建全流程自动化体系。同时企业缺乏专项技改资金,不愿投入设备迭代与车间改造费用,依旧依赖人工基础生产,自动化覆盖率偏低,产能增效效果难以落地。

(2)多品类生产线自动化兼容应用短板:现阶段量产型自动化产线多针对单一规格产品设计,程序、工装夹具固化度高,面对多批次、小批量、差异化非标产品,设备参数改写、工装更换耗时较长。不同工序自动化设备品牌、控制系统不统一,数据接口割裂,跨设备、跨工序联动难度大,柔性生产能力薄弱,无法适配当下多元化订单生产需求。(3)自动化运维与人工适配应用协同性差:企业一线生产人员多为传统操作工,缺乏智能设备调试、系统运维专业技能,专业技术运维人才缺口较大。同时生产管控体系未同步更新,人工岗位职责与自

动化工位划分模糊,设备故障后一线人员无法快速排查修复,人机作业冲突频发,既降低自动化设备利用率,也制约整体生产效率提升。

3.2 适配生产增效的自动化应用优化策略

(1) 分规模定制化自动化设备落地应用方案:针对大型企业,部署DCS中控系统、一体化智能产线完成全域改造;针对中小微企业,摒弃成套高端设备采购模式,推行模块化、拆分式自动化改造,优先优化备料、质检等高耗时工序。搭配设备租赁、分期采购模式降低投入压力,贴合企业产能规模、预算定制改造方案,循序渐进完成自动化升级。(2) 柔性自动化生产线改造与落地应用方法:统一车间自动化设备通讯协议与数据接口,打通MES、物联网管控系统壁垒;更换可快速拆卸通用工装夹具,搭载可调式加工程序,实现产品换产一键调参。优化产线架构,兼容同类差异化产品加工需求,缩短产品换型停机时间,补齐多品类生产兼容短板,提升产线适配灵活性^[5]。(3) 人机协同自动化生产模式优化应用路径:重构车间岗位体系,划分设备值守、智能运维、流程管控新型岗位;开展分层员工技能培训,普及基础设备操作、简易故障处理技能;引进复合型自动化技术人才,搭建专属运维班组。明确机械负责重复性高强度工序、人工负责精细调控与应急处置,理顺人机分工,提升人机协同配合效率。

3.3 生产端自动化技术未来应用发展趋势

(1) AI+自动化融合生产全域应用方向:人工智能算法将深度嵌入自动化控制系统,依托机器学习自主优化生产参数、预判原料波动与订单变化,实现设备自主调试、次品自主溯源、工序自主优化。突破传统固定程序自动化局限,实现产线自主决策、自主纠错,全面提升复杂工况下生产加工精度与运行效率。(2) 轻量化、低成本自动化普及应用前景:未来行业将聚焦轻量化简

易自动化装置研发,简化设备结构、压缩生产与运维成本,降低中小制造企业技改门槛。设备运维难度、占地空间、改造费用同步缩减,适配老旧厂房、中小型流水线改造需求,推动自动化技术下沉中小生产企业,实现行业整体增效升级。(3) 全链路一体化智能自动化生产应用布局:打破备料、加工、质检、出库、运维各环节技术孤岛,依托工业互联网整合全流程自动化设备与管控系统,实现物料调度、生产加工、质量检测、能耗管控、设备运维一体化联动。构建无断点闭环智能生产体系,完成生产全流程无人化、一体化管控,最大化释放自动化增效价值。

结束语

综上,自动化技术能够打通生产全流程冗余环节,削减人工误差与物料损耗,优化工序衔接效率,切实推动生产提质增效,是制造业转型升级核心支撑。现阶段行业自动化落地仍受资金、产线适配、人才体系制约,需结合企业规模优化改造方案、完善人机协同体系。未来依托人工智能、工业互联网赋能,柔性化、低成本、一体化自动化模式将全面普及,进一步破除生产壁垒,推动制造业高效化、智能化、规模化长效发展。

参考文献

- [1]张磊,王健.工业自动化技术赋能制造企业生产效率提质增效路径研究[J].机械设计与制造,2025,14(3):267-270.
- [2]刘阳.智能制造背景下自动化控制技术应用与生产效能优化[J].制造业自动化,2024,46(8):156-159.
- [3]郭云鹏,安剑奇.工业自动化系统优化对生产线生产效率与成本管控的影响[J].冶金自动化,2024,48(2):60-65.
- [4]陈宇航.车间自动化改造、流程重构与企业生产效率提升机制[J].机械工程师,2023,7(11):89-91.
- [5]赵鑫.现代电气自动化技术在工业生产中的应用及增效策略[J].机电工程技术,2023,52(6):212-214.