

自动化生产线在模具制造中的应用与效益评估

林军华

台州利丰科技有限公司 浙江台州 318000

【摘要】当下制造业历经深刻变革，模具制造作为工业生产的重要部分，正面临诸多挑战与机遇。市场对模具在精度、产量以及交付时间方面的要求日益严苛，传统生产模式已难适应。自动化生产线因具备高效、稳定等特性，成为模具制造行业突破困境、实现升级的关键。此篇剖析自动化生产线于模具制造中的实际运用，评估其产生的综合效益，针对应用难题给出可行办法，助力模具制造企业向智能化转型。

【关键词】自动化生产线；模具制造；应用场景；效益评估；挑战应对

Application and benefit evaluation of automatic production line in mold manufacturing

Lin Junhua

Taizhou Lifeng Technology Co., LTD. Zhejiang Taizhou 318000

【Abstract】 The manufacturing industry is undergoing profound changes, and mold manufacturing, as a crucial part of industrial production, faces numerous challenges and opportunities. Market demands for precision, output, and delivery time in molds are becoming increasingly stringent, making traditional production methods inadequate. Automated production lines, with their efficiency and stability, have become key to breaking through these challenges and achieving upgrades in the mold manufacturing sector. This article analyzes the practical application of automated production lines in mold manufacturing, evaluates their overall benefits, and provides feasible solutions to address application issues, aiding mold manufacturers in their transition towards intelligent transformation.

【Key words】 automatic production line; mold manufacturing; application scenario; benefit evaluation; challenge response

引言

模具制造堪称工业生产根基，在汽车、电子以及航空航天等众多领域广泛施展，其生产状况直接左右终端产品质量与生产效率。伴随制造业近年迅猛发展，模具需求迅猛增长，对模具精度、复杂程度与生产周期要求也越发严苛。以往模具制造多依靠人工操作，不但效率欠佳、质量不稳定，还面临人力成本不断上升难题。自动化生产线将机械、电子、计算机控制等先进技术加以融合，得以达成模具制造自动化、智能化，恰好契合市场需求。就拿3C产品模具制造来说，自动化生产线能迅速顺应产品频繁更新换代步伐，保障模具高精度与短交付期。探究自动化生产线在模具制造中的应用及效益评估，对推进模具制造行业现代化进程有着重大意义。

一、自动化生产线在模具制造中的应用现状

（一）设计环节的自动化应用

模具设计环节，计算机辅助设计（CAD）软件成关键工具。工程师用CAD软件，输入产品几何参数、材料特性、

生产工艺要求等信息，很快生成三维模具模型。像注塑模具设计，CAD软件里模流分析模块可模拟塑料熔体在模具型腔流动，预测短射、熔接痕这类可能缺陷。依据模拟结果，工程师能优化浇口位置、流道系统、冷却水路布局，保障模具设计合理可靠，减少后续试模、修模次数，极大缩短设计周期。而且参数化设计功能让模具修改更简便，产品设计有变更，调整相关参数，模具模型就自动更新，提升设计效率。

（二）加工环节的自动化应用

模具加工是自动化生产线大显身手的关键部分，数控加工中心、电火花加工机床等先进装备携手作业。数控加工中心有铣削、钻孔、镗削这些高精度功能，按提前编好的程序，高效加工模具零件^[1]。碰上复杂形状的模具零件加工，多轴联动技术能让刀具在空间灵活走位，保证零件加工精度与表面质量。就拿汽车覆盖件模具制造来讲，数控加工中心能精准把控刀具路径，加工出符合高精度要求的模具型面。电火花加工机床用来加工传统机械加工搞不定的复杂形状、特殊材料的模具零件。自动化电火花加工设备按预设加工参数，自动完成电极装夹、放电加工，还能监控加工过程，实现高精度、高效率加工。凭借自动化加工生产线，模具零件加工

精度能控制在 $\pm 0.01\text{mm}$ 以内, 表面粗糙度达 $\text{Ra}0.8 - \text{Ra}1.6 \mu\text{m}$, 契合高端模具加工要求。

(三) 检测环节的自动化应用

自动化检测设备于模具制造检测环节至关重要。三坐标测量仪凭借高精度测量探头, 针对模具零件的尺寸、形状以及位置开展精确测量。测量所得数据能实时和设计数据对比分析, 依靠软件自动判定零件是否合格, 还会生成详尽检测报告。面对大型模具检测, 三坐标测量仪的自动测量功能可极大提升检测效率, 降低人工测量误差。像工业相机、激光扫描仪之类的光学检测设备, 可用于查找模具表面裂纹、砂眼、划痕等缺陷。基于机器视觉技术的光学检测系统, 能快速采集模具表面图像, 运用图像处理算法对图像予以分析识别, 实现对微小缺陷的精准探测。就压铸模具表面检测而言, 光学检测设备能检测出宽度不足 0.1mm 的裂纹, 及时察觉模具质量隐患, 保障模具质量与使用寿命。

二、自动化生产线对模具制造的影响

(一) 提升生产效率

自动化生产线达成模具制造全流程自动化, 从原材料上料、加工直至成品下料, 各个环节紧密相连, 无需人工频繁介入。设备能 24 小时持续运转, 大幅压缩模具生产周期。相较于传统手工加工, 自动化生产线生产效率可提升数倍乃至数十倍。拿冲压模具生产来说, 传统方式生产一副模具要 10 到 15 天, 运用自动化生产线后, 生产周期缩短至 3 到 5 天, 企业得以快速响应市场需求, 按时交付模具, 提升客户满意度。自动化生产线高效运作还能扩大企业产能, 为企业承接更多订单筑牢根基。

(二) 提高产品质量

自动化设备加工精度高且稳定性强, 会严格依照预设程序开展生产, 杜绝了人工操作引发的误差与不确定性。模具制造进程里, 自动化生产线能够精准把控诸如切削速度、进给量、放电能量等加工参数, 保障模具零件尺寸精度以及表面质量始终保持一致^[2]。就像注塑模具制造时, 自动化加工设备能把模具型腔尺寸精度控制在 $\pm 0.005\text{mm}$ 以内, 表面粗糙度达 $\text{Ra}0.4 \mu\text{m}$ 以下, 有力提升了模具质量。高精度模具可产出尺寸精度更高、表面质量更佳的产品, 降低产品次品率, 增强企业产品竞争力。

(三) 降低人力成本

自动化生产线投入使用, 极大减轻企业对人工的依赖, 仅需配备少量技术人员负责设备操作、监控和维护就行。和传统生产模式比起来, 人力成本明显降低。在模具制造那些

劳动密集型环节, 像模具粗加工、打磨工序, 自动化生产线完全能替代人工, 大幅减少人力投入。自动化生产降低人工操作的劳动强度, 减少安全风险, 改善工人工作环境。比如在高温高压的压铸模具制造车间, 自动化生产线让工人得以远离恶劣环境, 保障了工人的身体健康。

三、自动化生产线在模具制造中的效益评估

(一) 经济效益评估

长远来看, 自动化生产线尽管前期投资不菲, 不过随着设备投入运作, 生产成本逐步下降。自动化生产线提升生产效率, 单位时间产出的模具数量增多, 摊到每副模具上的固定成本, 像设备折旧、厂房租赁等随之减少^[3]。人力成本降低, 原材料利用率提高, 为企业省下大笔资金。有个模具制造企业引入自动化生产线, 人力成本降了 40%, 原材料利用率提高 15%, 每年能节约生产成本约 200 万元。自动化生产线产出的模具质量更优, 可满足高端市场需求, 产品附加值提升, 企业利润空间得以拓展。生产效率提升, 企业能承接更多订单, 销售额大幅上涨。某企业引入自动化生产线后, 模具销售额增长 30%, 利润增长 50%, 企业经济效益明显提升。

(二) 质量效益评估

自动化生产线制造的模具精度颇高且质量稳定, 由此生产出的产品合格率显著提升。就拿汽车模具来讲, 运用自动化生产线打造的模具, 生产的汽车零部件合格率从以往的 85% 跃升至 98% 以上, 因产品质量不佳导致的返工、报废情况大幅减少, 企业质量成本得以降低。高品质模具能产出优质产品, 契合客户对产品质量的严苛标准, 提升客户满意度与忠诚度。企业借助高质量产品在市场树立良好品牌形象, 有利于拓展市场份额, 获取更多合作契机。有一家模具制造企业因采用自动化生产线提升了模具质量, 客户满意度从 70% 提升至 90%, 新客户订单量增长了 40%。

(三) 效率效益评估

自动化生产线高效运转让模具生产周期大幅缩减, 企业能更迅速地交付产品, 满足客户的加急订单需求。在市场竞争激烈的当下, 迅速回应客户需求是企业抢占市场的关键所在。有一家模具制造企业引入自动化生产线后, 模具平均交付周期由原本的 20 天缩短至 10 天, 遇到紧急订单时, 甚至 5 天内就能交付, 增强企业的市场竞争力。自动化生产线可 24 小时不停歇运行, 具备高效生产能力, 提升企业产能。企业能够承接更多订单, 实现规模化生产, 进一步提升经济效益。比如某模具制造企业引入自动化生产线后, 产能提高 50%, 能更好地契合市场需求, 稳固了自身在行业内的地位。

四、自动化生产线在模具制造中应用面临的挑战及应对策略

（一）技术集成与兼容性问题

自动化生产线集成多种技术设备，设备、系统间通信协议、数据格式、接口标准差异明显，常引发数据传输共享难题，拖累生产线整体运行效率。解决这一难题，行业协会牵头很关键，组织设备供应商深度合作，开展技术研讨会，推动各方统一技术标准，让通信协议、数据格式、接口标准达成一致，破除设备间“信息孤岛”，从根源解决兼容性问题。企业引入自动化生产线前，专业技术团队要全面评估测试，模拟不同设备、系统兼容性，考察实际生产环境中协同工作能力。设备选型优先挑符合行业通用标准、兼容性佳的产品。借助中间件技术，在设备、系统间搭桥，完成数据格式转换、通信协议适配；用系统集成平台集中管理调度各类设备，优化数据交互流程，确保自动化生产线平稳、高效运转。

（二）专业人才短缺

模具制造自动化生产线需要机械、电子、计算机控制等多学科的综合型人才，当下行业此类人才短缺，员工技术水准难以符合生产线运行要求。企业要积极与高校、职业院校构建紧密合作关系，开展产学研合作项目^[4]。一同制定契合模具制造行业发展需求的人才培养计划，在课程设置里增添自动化技术、智能制造等相关课程，加强实践教学环节，让学生在学习中能接触实际生产场景，提升学生动手能力和解决实际问题的能力。企业内部要构建完善的培训系统，定期组织员工参加技术培训课，邀请行业专家开展技术讲座与现场指导，提高员工对自动化生产线的操作技能和维护水平。举办技能竞赛等活动，激发员工学习积极性，营造良好学习氛围。企业还应制定有吸引力的薪酬福利政策，提高专业人才待遇，为员工提供广阔职业发展空间，吸引外部优秀人才

加入，留住企业内部核心人才，为自动化生产线稳定运行提供坚实人才保障。

（三）设备投资与维护成本高

自动化生产线设备价格高昂，中小企业初期投资面临较大压力。维护保养及零部件更换成本也颇高，加重企业运营负担，抑制企业引入积极性。企业规划自动化生产线投资之际，需紧密贴合自身生产规模、产品类别与经济实力，拟定合理投资规划。设备选型时，别一味追逐高端、先进设备，应全面考量设备性能、价格与适用性，挑选性价比优良的产品。构建完备设备维护管理机制，拟定设备维护计划，明晰设备日常维护、定期保养及预防性维护内容与时间安排^[5]。借由定期保养维护设备，及时察觉并化解潜在问题，延长设备使用期限。强化与设备供应商协作，构建长期稳固合作关系，力求更优惠零部件采购价格与更及时售后服务。企业可踊跃探寻与金融机构合作模式，采用融资租赁、设备分期付款等途径缓解资金压力。融资租赁使企业无需占用大量资金便能使用设备，以分期付款租金方式减轻资金负担；设备分期付款将设备采购成本分摊至一定期限，降低企业一次性支付压力，助力企业顺利引入自动化生产线，提升生产竞争力。

结语

自动化生产线用于模具制造，给行业带来巨变，在设计、加工及检测环节呈现突出长处，大幅提高生产效率与产品质量，削减人力成本，为企业缔造丰厚经济、质量与效率效益。虽说应用时遭遇技术集成难题、人才匮乏和成本高昂状况，可凭借强化行业合作、培育专业人才、合理规划投入等举措，模具制造企业能有力攻克这些阻碍，充分施展自动化生产线优势。往后，伴随人工智能、大数据、物联网等新兴技术与自动化生产线深度交融，模具制造行业会迈向更高效、智能发展阶段，达成从传统制造向智能制造的转型蜕变，给制造业高质量发展筑牢根基。

参考文献

- [1]李强.自动化生产线控制系统分析方法探讨[J].电子世界, 2021, (22): 62-63.DOI: 10.19353/j.cnki.dzsj.2021.22.030.
- [2]高硕.塑胶制品的自动化生产线的设计与实验研究[D].哈尔滨工业大学, 2020.DOI: 10.27061/d.cnki.ghgdu.2020.005675.
- [3]邓紫意.TATB压装成型自动化生产线风险评估研究[D].南京理工大学, 2023.DOI: 10.27241/d.cnki.gnjgu.2023.001233.
- [4]张守健, 张勇.模具加工自动化生产线升级与改造[J].内燃机与配件, 2021, (16): 36-37.DOI: 10.19475/j.cnki.issn1674-957x.2021.16.016.
- [5]陈军绪, 祝成林, 赵赦.自动化冲压生产线压机、模具及自动化设备之间关系研究[J].世界制造技术与装备市场, 2017, (05): 73-75.