

注塑件自动化生产线流程优化与生产效率提升研究

任金叙

杭州盛峰电器有限公司 浙江 杭州 310000

【摘要】在制造业智能化转型的大背景下,注塑件生产作为汽车、电子、家电等行业的关键配套环节,其自动化生产线的运行效率直接影响企业的市场竞争力。当前,多数注塑件自动化生产线虽已实现基础操作的自动化,但在流程衔接、资源配置、设备协同等方面仍存在诸多问题,导致生产周期延长、能耗增加、产品不良率居高不下,制约了生产效率的进一步提升。本文围绕注塑件自动化生产线的流程优化展开研究,首先分析了当前生产线在原料处理、注塑成型、冷却定型、检测分拣等核心环节存在的流程痛点,随后结合流程优化的基本原则,从生产节拍平衡、设备联动协调、信息实时反馈三个维度,探讨了提升生产效率的理论路径与实施策略。研究表明,通过对生产线各环节的流程进行系统性梳理与重构,能够有效减少无效作业时间、降低资源浪费,进而显著提升生产线的整体运行效率与经济效益,为注塑件生产企业的智能化升级提供理论参考。

【关键词】注塑件; 自动化生产线; 流程优化; 生产效率; 节拍平衡

DOI:10.12417/2705-0998.25.20.037

1 引言

随着全球制造业竞争的日益激烈,以及消费者对产品质量和交付周期的要求不断提高,注塑件生产企业面临着前所未有的压力。注塑件作为一种应用广泛的零部件,其生产过程涉及原料融化、模具注塑、冷却固化、后期处理等多个环节,传统的人工操作模式已难以满足大规模、高精度、高效率的生产需求,因此自动化生产线成为行业发展的必然趋势。目前,国内多数注塑件生产企业已逐步引入自动化设备,如自动上料系统、机械手臂、自动检测装置等,实现了部分生产环节的自动化操作,在一定程度上减少了人工干预、降低了劳动强度。然而,从实际运行情况来看,许多注塑件自动化生产线并未充分发挥其应有的效能,反而因流程设计不合理、各环节衔接不畅、设备运行参数匹配度低等问题,导致生产过程中出现等待时间过长、原料浪费严重、产品质量不稳定等现象,不仅影响了生产效率的提升,还增加了企业的生产成本。在此背景下,深入研究注塑件自动化生产线的流程优化问题,找出制约生产效率的关键因素,并提出针对性的解决策略,对于推动注塑件生产企业实现高质量发展、提升市场竞争力具有重要的理论意义和现实价值。

2 注塑件自动化生产线流程现状与问题分析

2.1 注塑件自动化生产线核心流程构成

注塑件自动化生产线的运行过程是一个由多个环节紧密衔接而成的系统工程,其核心流程主要包括原料处理、注塑成型、冷却定型、检测分拣以及成品输送等环节。在原料处理环节,需要对塑料原料进行干燥、混合、输送等操作,确保原料的湿度、成分比例符合注塑要求;注塑成型环节是生产线的核心,通过注塑机将融化后的塑料原料注入模具型腔,在一定的温度、压力和时间条件下完成成型;冷却定型环节则是对刚成型的注塑件进行冷却处理,使其温度快速降至常温,保证产品

的尺寸精度和形状稳定性;检测分拣环节通过自动化检测设备对注塑件的外观、尺寸、性能等指标进行检测,将合格产品与不合格产品进行分拣;成品输送环节则将合格产品输送至指定的存储区域或下一道生产工序。这些环节相互关联、相互影响,任何一个环节出现问题都可能导致整个生产线的运行效率下降。

2.2 当前生产线流程存在的主要问题

当前多数注塑件自动化生产线在流程运行中存在多方面问题,严重制约生产效率。流程衔接上,各环节缺乏有效协同机制,自动上料系统与注塑机原料消耗速度不匹配、冷却设备效率低于注塑机成型速度、检测设备速度滞后等情况,均导致设备闲置等待或产品堆积,打乱运行节奏并缩短有效作业时间。设备运行参数设置缺乏科学依据,注塑机温度、压力、注射速度及冷却设备温度、时间等参数不合理,不仅影响产品质量,还造成原料、能源浪费及模具磨损,增加维护成本。信息反馈机制不完善,生产数据传递不及时准确,生产调度难以掌握实时状态,质量管控滞后,不合格产品出现后难快速追溯原因与调整参数,导致问题持续且浪费资源。设备维护也存在不足,企业多忽视日常维护,依赖“事后维修”,且维护人员技能不足,致使设备寿命缩短、突发故障频发,生产线长时间停机,造成巨大经济损失。

3 注塑件自动化生产线流程优化的基本原则

3.1 系统性原则

注塑件自动化生产线是一个由多个环节、多种设备、多个因素共同构成的复杂系统,因此在进行流程优化时,必须遵循系统性原则,从整体出发,对生产线的各个环节进行全面、深入的分析,不能仅仅局限于某一个环节或某一个问题。在优化过程中,要充分考虑各环节之间的相互关联和相互影响,确保优化措施能够促进整个系统的协调运行,而不是对其他环节造

成负面影响。例如，在优化原料处理环节的上料速度时，不仅要考虑满足注塑机的原料需求，还要考虑上料系统与原料干燥设备、混合设备之间的协同配合，避免因上料速度过快或过慢导致其他环节出现问题。只有从系统的角度进行流程优化，才能实现生产线整体运行效率的提升。

3.2 效率优先原则

流程优化的核心目标是提升生产效率，因此在优化过程中必须坚持效率优先原则，以减少无效作业时间、提高设备利用率、缩短生产周期为主要方向。在分析生产线流程时，要重点关注那些影响生产效率的关键环节和瓶颈问题，优先采取措施解决这些问题。例如，对于生产线中存在的等待时间过长、设备闲置等问题，要通过优化流程衔接、调整设备运行参数等方式，减少无效时间的消耗；对于生产节拍不平衡的问题，要通过合理分配各环节的作业时间，使各环节的生产速度保持一致，避免出现某一环节过度堆积或闲置的情况。

3.3 质量保障原则

生产效率的提升不能以牺牲产品质量为代价，因此在进行流程优化时，必须遵循质量保障原则，确保优化后的流程能够稳定地生产出符合质量要求的产品。在优化各环节的流程和设备参数时，要充分考虑对产品质量的影响，通过科学的分析和论证，确定合理的优化方案。例如，在调整注塑机的注射速度和压力时，要通过多次试验，找到既能提高生产效率，又能保证产品尺寸精度和外观质量的最佳参数；在优化冷却定型环节的冷却时间时，要确保产品能够充分冷却，避免因冷却不充分导致产品变形或性能下降。

3.4 可持续性原则

在当前绿色制造理念日益普及的背景下，注塑件自动化生产线的流程优化还应遵循可持续性原则，注重降低能源消耗、减少资源浪费、降低对环境的影响。在优化过程中，要积极采用节能环保的技术和设备，改进生产工艺，减少生产过程中的废料、废气、废水排放。例如，在原料处理环节，采用高效的干燥设备，降低干燥过程中的能耗；在注塑成型环节，采用节能型注塑机，优化注塑工艺参数，减少原料的浪费；在冷却定型环节，采用循环冷却系统，提高水资源的利用率。同时，还要加强对生产过程中废料的回收和再利用，实现资源的循环利用，降低企业的生产成本，推动企业实现可持续发展。

4 注塑件自动化生产线流程优化与生产效率提升策略

4.1 优化生产节拍，实现各环节协同运行

生产节拍是指生产线完成一个产品所需的时间，生产节拍的平衡是确保生产线各环节协同运行、减少等待时间的关键。因此，优化生产节拍是提升注塑件自动化生产线生产效率的重要措施。首先，要对生产线各环节的作业时间进行准确测量和

分析，找出影响生产节拍的瓶颈环节。例如，通过对注塑成型、冷却定型、检测分拣等环节的作业时间进行统计，发现冷却定型环节的作业时间最长，成为制约生产线整体生产节拍的瓶颈。针对这一问题，可以采取改进冷却设备、优化冷却工艺等措施，提高冷却效率，缩短冷却时间。其次，要根据各环节的作业时间，合理分配生产任务，调整各环节的设备数量和运行参数，使各环节的生产节拍保持一致。此外，还可以采用柔性生产技术，根据市场需求的变化，灵活调整生产线的生产节拍，提高生产线的适应性和灵活性。

4.2 加强设备联动协调，提高设备利用率

设备联动协调是指通过建立有效的设备协同机制，使生产线中的各台设备能够按照生产流程的要求，有序、高效地运行，避免因设备之间的配合不当导致生产效率下降。首先，要建立设备之间的信息交互机制，通过工业互联网、物联网等技术，将生产线中的注塑机、冷却设备、检测设备、输送设备等连接起来，实现设备运行数据的实时共享和交互。例如，注塑机可以将其运行状态、生产进度等信息实时传递给冷却设备和检测设备，冷却设备和检测设备根据这些信息提前做好准备工作，确保产品能够及时进入冷却和检测环节。其次，要优化设备的布局和工艺流程，减少设备之间的距离和产品的输送时间。例如，将注塑机、冷却设备、检测设备按照生产流程的顺序紧密排列，采用自动化输送设备实现产品的快速转移，避免因设备布局不合理导致产品输送时间过长。此外，还要加强对设备运行参数的优化和调整，确保各台设备的运行参数相互匹配，提高设备的运行效率和产品质量。

4.3 建立信息实时反馈机制，提升质量管控水平

信息实时反馈机制是指通过建立完善的信息采集、传输、分析和处理系统，及时获取生产线各环节的生产数据和质量信息，并将这些信息反馈给生产调度人员和质量管理人员，以便他们能够及时调整生产计划和采取质量管控措施。首先，要在生产线的关键环节安装传感器、数据采集设备等，实时采集生产过程中的温度、压力、时间、产品尺寸、外观等数据。例如，在注塑成型环节安装温度传感器和压力传感器，实时监测注塑机的料筒温度、模具温度和注射压力；在检测分拣环节安装视觉检测设备和尺寸测量设备，实时采集产品的外观和尺寸数据。其次，要建立数据处理和分析系统，对采集到的生产数据和质量信息进行实时分析和处理，及时发现生产过程中的异常情况和质量问题。例如，通过对注塑机的温度数据进行分析，发现料筒温度出现异常波动，及时发出预警信号，提醒操作人员进行检查和调整；通过对产品的尺寸数据进行分析，发现产品尺寸偏差超过允许范围，及时追溯问题产生的原因，并采取相应的纠正措施。此外，还要建立信息反馈通道，将分析处理后的信息及时反馈给生产调度人员、质量管理人员和设备维护人员，使他们能够快速做出决策，调整生产计划、采取质量管

控措施或进行设备维护。

4.4 完善设备维护体系，减少设备突发故障

完善的设备维护体系是确保注塑件自动化生产线稳定运行、减少设备突发故障的重要保障。首先，要制定科学合理的设备维护计划，根据设备的型号、使用年限、运行状况等因素，确定设备的维护周期、维护内容和维护方式。例如，对于注塑机的液压系统，每运行 500 小时进行一次全面检查和维护，包括更换液压油、清洗液压滤芯、检查液压管路的密封性等；对于冷却设备的冷凝器，每运行 300 小时进行一次清洗，确保冷却效果。其次，要加强设备的日常维护和保养，由专人负责设备的日常巡检和维护工作，及时发现设备运行过程中的潜在问题，并采取相应的措施进行处理。例如，每天对设备的运行状态进行检查，查看设备的温度、声音、振动等是否正常，发现异常情况及时停机检查；定期对设备的润滑系统进行检查和补充，确保设备的零部件得到充分润滑，减少磨损。此外，还要提高设备维护人员的专业技能水平，通过定期培训、技术交流等方式，使维护人员掌握设备的结构原理、运行特性和维护技术，能够快速、准确地处理设备故障。同时，建立设备故障应急预案，当设备出现突发故障时，能够迅速启动应急预案，组织人员进行抢修，缩短设备停机时间，减少对生产线运行的影响。

5 结论

本文围绕注塑件自动化生产线流程优化与生产效率提升

展开研究，通过对当前生产线流程现状的分析，找出了流程衔接不畅、设备运行参数不合理、信息反馈不及时、设备维护不到位等制约生产效率提升的关键问题，并基于系统性、效率优先、质量保障、可持续性等原则，提出了优化生产节拍、加强设备联动协调、建立信息实时反馈机制、完善设备维护体系等具体的优化策略。研究结果表明，注塑件自动化生产线的流程优化是一项系统性的工程，需要从整体出发，综合考虑各环节之间的相互关系和影响，通过对生产节拍、设备协同、信息反馈、设备维护等方面的优化，能够有效减少无效作业时间、降低资源浪费、提升产品质量，进而显著提升生产线的整体运行效率和经济效益。

在制造业智能化转型的大背景下，注塑件生产企业要想在激烈的市场竞争中占据优势，就必须重视自动化生产线的流程优化工作，将流程优化作为提升企业核心竞争力的重要手段。未来，随着工业 4.0、人工智能、大数据等技术的不断发展和应用，注塑件自动化生产线的流程优化将朝着更加智能化、数字化的方向发展。例如，通过引入人工智能技术，实现设备运行参数的自动优化和调整；利用大数据分析技术，对生产过程中的数据进行深度挖掘，预测设备故障和产品质量问题，实现生产过程的精准管控。因此，注塑件生产企业应积极关注行业技术发展趋势，不断引入先进的技术和理念，持续推进生产线的流程优化和技术升级，为企业的高质量发展奠定坚实的基础。

参考文献：

- [1] 肖云华.基于机械自动化软件的注塑模具设计及加工[J].造纸装备及材料,2023,52(5):46-48.
- [2] 潘晓敏,俞帅,张志峰,等.大型注塑机合模部件自动化装配设计[J].金属加工 (冷加工),2020(8):69-73.
- [3] 胡铭.浅谈嵌件注塑技术及其自动化生产在汽车内饰零件中的发展趋势[J].时代汽车,2019(15):123-124,148.
- [4] 刘胜青.关于注塑件自动化设计的思考[C]//机械(第 25 卷增刊).成都:《机械》编辑部,1998:436~437.