

智能化技术在塑胶化工产品研发生产中的应用

及其经济性分析

曹思飞（上海聚智塑胶科技有限公司，上海 200000）

摘要：随着现代科技的飞速发展，智能化技术已经渗透到各个领域，对于塑胶化工产品的研发生产而言也不例外。智能化技术的应用不仅可以提高研发效率、优化生产流程，还能够实现产品性能的精准调控和质量的稳定控制。同时，智能化技术的应用也为塑胶化工产品的个性化定制、智能制造以及可持续发展提供了新的思路和方向。鉴于此，本文将深入探讨智能化技术在塑胶化工产品研发生产中的应用及其经济性，以期为推动塑胶化工行业的智能化转型升级提供参考和借鉴。

关键词：智能化技术；塑胶化工产品；研发生产；经济性分析

0 引言

随着全球市场竞争的日益激烈，塑胶化工产品的研发生产效率和质量成为了企业赢得市场的关键。传统的塑胶化工产品研发生产方式，受限于人工操作的不稳定性和低效率，已难以满足现代工业生产对高精度、高效率、高灵活性的迫切需求。因此，引入智能化技术，提升塑胶化工产品研发生产的自动化、信息化、智能化水平，成为了行业发展的必然趋势。

1 智能化技术在塑胶化工产品研发中的应用

1.1 智能化技术在配方优化与性能预测中的应用

传统的配方开发往往依赖经验和试错，费时费力且效率低下。而智能化技术的引入，则可以通过机器学习算法和大数据分析，建立起材料配方与产品性能之间的量化关系模型，从而实现配方的快速优化和性能的精准预测。具体而言，研究人员可以收集大量不同配方的实验数据，包括原料种类、添加剂用量、工艺参数等输入变量，以及力学性能、热性能、流变性能等输出指标，并以此训练机器学习模型。通过模型的学习和优化，可以揭示配方与性能之间的内在规律，并预测出最佳的配方组合。在此基础上，还可以进一步利用多目标优化算法，在满足产品性能要求的同时，兼顾成本、工艺适用性等其他因素，得到综合性能最优的配方方案。

例如，在生物基塑料的配方优化研究中，某团队利用智能化技术开发了一套高效的配方设计与性能预测系统。研究人员首先构建了一个涵盖数百种生物基原料和添加剂的材料数据库，并通过高通量实验获取了大量不同配方下的材料性能数据。在此基础上，他

们采用了基于深度学习的图神经网络模型，将材料的化学结构与配方组成映射到产品性能空间中，建立了精准的构效关系预测模型。借助该模型，研究人员可以快速评估不同配方方案的综合性能表现，并通过智能优化算法找出最优配方。在实际应用中，该系统成功开发出了一系列高性能、高韧性、可降解的生物基塑料，其力学强度、断裂伸长率等关键指标较传统材料有显著提升，展现出了智能化技术在塑胶化工产品配方优化与性能预测中的巨大应用价值。

1.2 智能化技术在产品结构设计中的应用

传统的产品结构设计往往依赖设计师的经验和直觉，难以兼顾产品性能、制造工艺、使用环境等多重因素。而智能化技术的引入，则可以通过数据驱动的方法，实现产品结构的优化与创新。具体而言，研究人员可以利用计算机辅助设计（CAD）软件，将产品结构数字化建模，并结合有限元分析（FEA）等数值模拟技术，对产品的力学性能、热性能、流动特性等进行预测和评估。在此基础上，还可以采用拓扑优化、参数化设计等智能算法，自动搜索和生成最优的结构方案，实现产品性能的极致化。同时，借助虚拟现实（VR）、增强现实（AR）等技术，设计师可以身临其境地评估产品的外观、尺寸、装配等因素，并与制造、销售等部门协同优化，大大提高了设计效率和质量。

例如，在汽车用塑胶部件的结构设计中，某公司利用智能化技术开发了一款轻量化的发动机舱盖。设计师首先利用 CAD 软件建立了发动机舱盖的三维数字模型，并导入到结构优化软件中，该软件采用了先进的拓扑优化算法，通过定义设计空间、载荷工况、

目标函数等边界条件，自动搜索出满足强度、刚度要求的最优材料分布方案。优化后的结构采用了类似于自然界蜂窝状的多孔结构，较传统设计实现了30%以上的减重。在后续的详细设计中，工程师还利用参数化建模技术，对装配孔、螺栓座等细节特征进行了参数驱动优化，提高了设计的灵活性和制造的可行性。同时，他们还利用VR技术构建了虚拟装配环境，对发动机舱盖与相关零部件的装配公差、干涉等问题进行了提前排查，优化了装配工艺。

2 智能化技术在塑胶化工产品生产中的应用

2.1 智能化技术在生产过程监控中的应用

传统的生产监控主要依靠人工巡检和抽样检测，难以实现全面、实时、精准的过程控制。而智能化技术的引入，则可以通过各种传感器、仪表和控制系统，对生产过程中的关键参数进行连续采集、分析和反馈，实现生产过程的智能化监控和优化。具体而言，企业可以在生产设备上安装各种智能传感器，如温度、压力、流量、振动等，实时采集设备运行状态数据。同时，利用工业以太网、无线传输等通信技术，将采集的数据传输到中央控制系统中进行汇总和分析。控制系统采用先进的故障诊断、质量预测等智能算法，可以根据数据变化趋势，及时发现设备异常、工艺偏差等问题，并自动调整控制参数或发出预警信息，确保生产过程的稳定性和产品质量的一致性。此外，智能化监控系统还可以与MES、ERP等上层系统集成，实现生产数据的垂直整合和全流程优化，提高生产效率和资源利用率。

例如，在一家大型塑胶制品生产企业，生产部门采用了一套基于工业物联网和大数据分析的智能化生产过程监控系统，该系统在关键生产设备上部署了多种智能传感器，如模温传感器、压力传感器、超声波传感器等，可以实时采集模具温度、注塑压力、熔体流速等关键工艺参数。同时，系统还集成了智能视觉系统，可以对产品外观缺陷进行在线检测和分类。采集的海量生产数据通过工业以太网传输到中央控制平台，并存储在云端数据库中。控制平台采用了基于机器学习的智能算法，可以对生产数据进行实时分析和建模，并与工艺配方、质量标准等进行比对，及时发现生产异常并预测产品质量趋势。一旦发现问题，系统可以自动调整设备参数或发送报警信息，通知操作人员进行处理，这大幅提升了生产过程智能化水平和产品质量。

2.2 智能化技术在质量控制与缺陷检测中的应用

在塑胶化工产品生产中，智能化技术的引入，可以通过机器视觉、深度学习等先进算法，实现产品质量的在线检测和缺陷的自动识别，大幅提高质量控制的效率和可靠性。具体而言，企业可以在生产线上安装智能视觉系统，采用高分辨率工业相机和光源对产品表面进行连续成像。采集的图像数据通过图像处理算法进行预处理，提取关键的质量特征。随后，利用卷积神经网络等深度学习模型，对产品缺陷进行自动分类和定位，并根据缺陷类型和严重程度，自动判定产品是否合格。对于复杂形状的产品，还可以采用3D视觉技术，获取产品的三维点云数据，并与CAD模型进行比对，精准检测尺寸偏差和形状缺陷。质量检测数据可以实时反馈给MES系统，及时调整生产参数或隔离不合格品，实现质量问题的闭环控制。同时，海量的检测数据还可以用于质量大数据分析，通过机器学习算法挖掘质量缺陷与生产工艺、原材料等因素之间的关联规律，预测和预防质量问题的发生。

例如，在一家汽车塑胶零部件供应商中，质量部门采用了一套基于深度学习的智能视觉检测系统，用于发动机舱盖等关键零件的表面缺陷检测。该系统采用了多个高清工业相机，可以从不同角度对产品表面进行多次成像，获得全方位的图像数据。系统内置了一个经过海量缺陷样本训练的卷积神经网络模型，可以自动识别划痕、凹陷、起皱等各种表面缺陷，检测精度达到了99%以上。检测结果可以实时显示在操作界面上，并自动记录和追溯每个产品的缺陷信息。对于尺寸精度要求高的产品，如汽车保险杠，系统还配备了结构光3D相机，可以快速获取产品表面的三维形貌，并与设计模型进行全尺寸比对，自动判定产品是否存在尺寸偏差或变形缺陷。通过该智能视觉检测系统的应用，公司实现了产品质量的全面在线检测，人工检测工作量减少了80%，质量抽检效率提高了5倍，产品一次交检合格率稳定在99.5%以上。

2.3 智能化技术在供应链管理与物流优化中的应用

在塑胶化工产品生产中，可以通过引入智能化技术，实现供应链的实时感知、智能决策和动态优化，提升供应链的敏捷性、协同性。具体而言，企业可以利用物联网技术，对原材料、在制品、产成品等进行全流程跟踪和监控，实时掌握供应链的库存水平、物流状态和需求变化。通过对海量供应链数据进行挖掘和分析，企业可以准确预测市场需求、优化库存策略、

改善生产计划，降低供应链的运营成本和风险。在物流管理方面，智能化技术可以助力实现智能仓储和智能运输。例如，采用自动化立体仓库和 AGV 小车等智能装备，可以显著提高仓储效率和空间利用率；利用智能调度算法和实时路况信息，可以优化运输路线和货物装载，降低物流成本和时效。同时，区块链等新兴技术还可以用于供应链信息的安全共享和溯源管理，提高供应链的透明度和可信度。

例如，在一家跨国塑胶化工企业，供应链管理部门采用了一套基于人工智能的智能供应链管理系统，该系统通过集成 ERP、MES、WMS 等多个业务系统的数据，并利用物联网设备实时采集生产、仓储、运输等环节的状态信息，构建了一个全域感知的数字化供应链网络。系统内置了多个机器学习模型，可以基于历史销售数据、市场趋势、竞争情报等因素，对未来一个月的产品需求进行精准预测，平均预测误差小于 5%。同时，系统还采用了启发式优化算法，可以根据需求预测、库存水平、生产能力等约束条件，自动生成最优的生产计划和库存策略，并实时推送给各业务部门执行。在智能物流方面，公司还升级改造了传统的仓储和运输系统，采用了自动化立体仓库、无人叉车等智能装备，提高了仓储作业效率和准确率。仓储管理系统与 WMS 系统实现了无缝集成，可以实时优化库位分配和拣选路径，缩短了出入库时间。在运输管理方面，系统利用车联网技术实时采集车辆的位置、速度、油耗等信息，并结合订单信息、交通路况等因素，利用智能调度算法优化运输路线和货物装载，实现了运输成本的降低和交付时效的提升。

3 智能化技术在塑胶化工产品研发生产中应用的经济性分析

智能化技术在塑胶化工产品研发生产中的应用不仅为企业带来了诸多技术层面的革新，更在经济效益方面展现出巨大潜力。

从宏观角度审视，智能化技术的引入能够显著提升塑胶化工企业的研发和生产效率，降低人力成本投入，优化资源配置与利用，进而实现产品品质的稳步提升和综合竞争力的全面跃升。具体而言，智能化技术在产品研发环节的应用，如计算机辅助设计（CAD）、虚拟样机仿真等，可以大幅缩短新产品的开发周期，降低试错成本，提高研发成功率。同时，大数据分析技术的引入，使得企业能够充分挖掘市场需求和用户偏好，精准把握产品创新方向，避免盲目研发导致的资源浪费。

在生产制造环节，智能化技术的应用范围更加广

泛。自动化生产线和机器人的引入能够有效替代人工，降低人力成本，提高生产效率和产品稳定性。智能化仓储物流系统可优化库存管理，减少呆滞库存，加快产品周转，降低资金占用。此外，工业互联网和数字孪生等先进技术的应用，让企业能够实时监控生产状况，预测设备故障，实现精益化管理，最大限度地降低生产运营成本。

从产业链条的角度来看，智能化技术的普及应用有助于打通上下游壁垒，实现信息共享和协同优化。企业可借助大数据分析和人工智能算法，对供应链进行动态管理和实时优化，降低原材料采购成本，缩短交货周期，提高客户满意度。期间，智能化技术还能够助力企业实现柔性化、个性化定制，满足日益多元的市场需求，拓展新的利润增长点。

综合而言，智能化技术在塑胶化工产品研发生产中的应用，能够全方位赋能企业降本增效，提质增速，是企业实现转型升级和高质量发展的关键抓手。随着新一代信息技术的加速迭代和不断成熟，智能化技术与塑胶化工产业的深度融合将持续释放红利，为行业高质量发展注入强劲动力。

4 结束语

综上所述，智能化技术在塑胶化工产品的研发生产中得到了广泛而深入的应用，覆盖了配方优化、结构设计到生产制造、质量检测、供应链管理等全生命周期的各个环节。智能化技术的引入，可以通过数字化、自动化、网络化等手段，实现了研发生产过程的智能感知、智能分析、智能决策和智能执行，提高了研发效率、生产效率、产品质量和运营管理水平。

参考文献：

- [1] 洪晨蕾 .S 塑胶品制造企业精益生产成本管理案例研究 [D]. 泉州：华侨大学 ,2023.
- [2] 陈政壹 .T 公司塑胶件生产质量管理提升研究 [D]. 泉州：华侨大学 ,2023.
- [3] 许文聪 . 塑胶产品的结构设计和成本优化研究 [J]. 农业工程与装备 ,2021,(05):49-51.
- [4] 翁南根 . 基于 CAD/CAE 技术辅助的塑胶产品模具优化设计研究 [J]. 南方农机 ,2020,(08):145.
- [5] 刘军 . 自动化在塑料加工中的作用 [J]. 科技创新导报 ,2022(14):85-87.
- [6] 武杰 . 自动化技术在塑料加工中的作用研究 [J]. 塑料工业 ,2022(09):55-57.
- [7] 梁伟波 . 塑胶产品的结构设计和成本优化分析 [J]. 化工管理 ,2023(11):101-103.