

# 化工安全生产中的智能化过程控制研究

葛一楠

武汉钢铁石化工业气体有限责任公司, 湖北 武汉 430077

**摘要：** 本文着眼于化工安全生产的智能化过程控制，将机械设备状态检测和大型化工收率模型控制作为研究重点。通过引入先进的智能检测技术，不仅能够实现对机械设备状态的实时监测和预警，提高生产安全性，还能有效提高生产效率。同时，利用收率模型控制方法，可以对生产流程进行优化，提高产品收率和质量，降低生产成本。本文将探讨智能化技术在化工生产中的应用前景，为提升化工安全生产水平提供理论支持和实践指导。

**关键词：** 化工安全生产；智能化过程控制；状态检测；收率模型控制；生产效率

## Research on Intelligent Process Control in Chemical Safety Production

Ge Yinan

Wuhan Iron and Steel Petrochemical Industrial Gas Co., Ltd, Hubei, Wuhan 430077

**Abstract：** This paper focuses on the intelligent process control in chemical safety production, taking the state detection of mechanical equipment and large-scale chemical yield model control as the research focus. Through the introduction of advanced intelligent detection technology, it can not only realize the real-time monitoring and early warning of the state of mechanical equipment, improve the production safety, but also effectively improve the production efficiency. At the same time, using the yield model control method, the production process can be optimized to improve product yield and quality and reduce production costs. In this paper, we will discuss the application prospects of intelligent technology in chemical production to provide theoretical support and practical guidance for improving the level of chemical safety production.

**Key words：** chemical production safety; intelligent process control; state detection; yield model control; production efficiency

## 引言

在当今化工产业中，安全生产和生产效率是至关重要的考量因素。随着科技的发展，智能化过程控制成为提升生产安全性和效率的关键手段之一。本文着眼于化工生产中的智能化过程控制，特别关注机械设备状态检测以及大型化工收率模型控制。通过综合运用先进的传感器技术、数据分析算法以及控制策略，实现对生产过程的精准监测和智能控制，以期达到提高效率、优化资源利用、降低生产成本的目的。本文将从状态检测技术、收率模型控制方法等方面展开论述，以为化工安全生产提供新的思路和方法。

## 一、机械设备状态检测技术的研究与应用

在化工行业中，机械设备的状态检测和监控技术对于保障生产安全和提升生产效率具有至关重要的作用。随着技术的进步，传统的人工巡检和定期维护逐渐向智能化、实时监控的模式转变。其中，振动传感器技术、温度、压力和流量传感器，以及物联网和大数据分析技术在设备监控领域发挥了重要作用。

### （一）振动传感器技术

以赛默飞世尔（Thermo Fisher Scientific）提供的振动传感器为例，这些传感器在化工行业中被广泛用于关键设备如离心泵的实时监控。振动传感器通过分析设备振动的频率和幅值，能够准确地预测设备的潜在故障，实现预防性维护。在一个实际案例中，振动传感器成功预测了离心泵轴承的故障，有效避免了潜在

的生产停机。

### （二）物联网和智能无线解决方案

霍尼韦尔（Honeywell）的 Experion PKS 系统是将物联网技术应用到化工生产监控的优秀例子。该系统通过将传感器数据上传到云平台，实现了设备间的信息共享和联动控制，提高了生产过程的可视化、监控和控制能力。Experion PKS 系统通过其高度的集成性和智能化设计，使得操作人员可以更高效地管理生产流程，及时响应可能出现的问题，从而提高生产安全性和效率。

### （三）流程模拟技术

Aspen HYSYS 等流程模拟软件代表了化工行业中流程模拟技术的应用。通过这些软件，工程师能够在虚拟环境中模拟化工生产过程，测试不同的操作条件，从而优化操作参数和工艺流程。这种技术不仅能够提升生产效率，还能够在发生实际故障前识别

潜在问题，为企业提供强大的决策支持工具。

#### （四）国内工业大数据和模型应用

在国内，浙江中控技术股份有限公司和合肥的一些企业在工业大数据和设备状态检测方面也取得了显著成果。这些企业通过建立工业大数据平台，结合机器学习和人工智能技术，对设备数据进行深入分析，构建预测性维护模型。这不仅帮助企业实现了对设备故障的早期预测，还优化了维护计划，降低了运营成本，提高了生产效率。

## 二、基于数据驱动的化工生产过程状态预测方法

基于数据驱动的化工生产过程状态预测方法在近年来备受关注，并得到了广泛应用。这种方法利用历史数据和先进的数据分析技术，可以准确地预测化工生产过程中的状态变化，为生产决策提供重要参考。在化工生产中，过程状态的准确预测对于优化生产计划、提高产品质量、降低生产成本等方面具有重要意义。数据采集是基于数据驱动的化工生产过程状态预测方法的关键步骤之一。化工生产过程涉及到众多的参数和变量，如温度、压力、流量、浓度等，这些参数的实时采集是进行状态预测的基础。现代化工生产通常采用自动化控制系统进行数据采集，通过传感器实时监测各种参数，并将数据传输至数据处理系统进行存储和分析。例如，某化工厂通过在反应釜上安装温度传感器、压力传感器等设备，实时采集反应过程中的温度、压力等参数，从而实现对生产过程的全面监控。

数据预处理是保证预测模型准确性的关键环节。在进行数据分析之前，需要对采集到的数据进行清洗、转换、归一化等处理，以确保数据的质量和一致性。例如，针对采集到的温度数据，可能存在噪声干扰或异常值，需要通过滤波、插值等方法进行处理，以提高数据的准确性和可靠性。在数据预处理完成后，就可以利用各种数据分析技术构建预测模型。常用的数据分析技术包括回归分析、时间序列分析、神经网络、支持向量机等。这些技术可以从历史数据中挖掘规律和趋势，建立预测模型，并用于对未来状态的预测。

例如，某化工厂通过收集过去几年的生产数据，利用神经网络模型对未来一段时间内的产品产量进行预测，以便及时调整生产计划。预测结果的验证和优化是基于数据驱动的化工生产过程状态预测方法的重要环节。在实际生产中，预测模型往往需要不断地进行验证和优化，以适应生产过程的变化和需求。通过与实际生产数据进行比对和验证，可以评估预测模型的准确性和可靠性，并对模型进行进一步的调整和优化。例如，某化工厂通过不断地对预测模型进行更新和改进，提高了产品产量的预测准确度，降低了生产成本，提高了生产效率。

## 三、智能化控制策略在化工生产中的应用与优化

智能化控制策略在化工生产中的应用与优化是当前化工行业发展的重要趋势之一。通过引入先进的智能控制系统和算法，可

以实现生产过程的精细化、自动化管理，从而提高生产效率、降低能耗、优化产品质量。在化工生产中，智能化控制策略主要包括模型预测控制（MPC）、模糊控制、神经网络控制等。这些方法通过对生产过程进行建模和仿真，结合实时的传感器数据进行状态监测和控制，实现对生产过程的优化调节。例如，在某化工生产装置中，采用了基于 MPC 的控制策略，通过对反应过程的动态模型进行建立和优化，实现了对反应条件的精准控制，提高了产品收率和质量。

智能化控制策略还可以与先进的优化算法相结合，实现对生产过程的全局优化。例如，采用遗传算法、粒子群算法等优化方法，对生产过程中的参数进行优化调整，以达到最大化生产效率、最小化能耗等目标。某化工厂在生产过程中引入了基于遗传算法的智能化控制策略，通过对反应条件和操作参数进行优化，实现了对产品质量的全面提升，降低了废品率。智能化控制策略还可以与先进的数据挖掘技术相结合，实现对生产过程的智能化监控和预测。通过对历史数据的分析和挖掘，在化工安全生产中起着至关重要的作用。这一过程可以帮助化工企业发现生产过程中的潜在问题和隐含规律，从而及时采取有效措施调整控制策略，预防和避免生产事故的发生。

历史数据的分析和挖掘能够帮助化工企业发现生产过程中的异常情况。通过对历史生产数据的统计和分析，可以识别出异常数据点或异常数据模式，从而及时发现生产过程中的异常情况，如设备运行异常、生产参数偏离预期等。例如，某化工厂对历史生产数据进行分析时发现，某一设备在特定条件下出现了频繁的温度波动，提示可能存在设备故障或不稳定的生产状态。历史数据的挖掘能够揭示生产过程中的潜在问题和隐含规律。通过对大量历史数据进行深入挖掘和分析，可以发现生产过程中的规律性变化、周期性趋势以及相关性等信息，从而揭示出潜在的问题和规律性变化趋势。

例如，某化工企业利用数据挖掘技术对历史生产数据进行挖掘，发现了生产过程中某些参数之间存在明显的相关性，提示可能存在潜在的生产风险或优化机会。进一步地，通过对历史数据的分析和挖掘，化工企业可以及时调整控制策略，预防和避免生产事故的发生。一旦发现生产过程中的异常情况或潜在问题，企业可以立即采取相应的措施，如调整生产参数、维护设备、优化工艺流程等，以降低生产风险并确保生产的安全性和稳定性。例如，某化工厂发现历史数据中的异常波动后，立即进行了设备检修和调整生产参数，成功避免了生产中断和损失的发生。

## 四、基于收率模型的化工生产流程优化与控制

基于收率模型的化工生产流程优化与控制是化工工程领域的重要研究方向之一。收率模型是描述化工生产过程中产物产率与各种操作条件之间关系的数学模型，通过对这些模型的建立和优化，可以实现对生产过程的精确控制和优化调节。收率模型的建立是化工生产流程优化的关键环节之一。收率模型通常基于化学反应动力学原理和质量平衡原理进行建立，考虑到反应速率、反应热力学、传质传热等因素对产率的影响。例如，在某化工生产

过程中，利用反应动力学原理和物质平衡方程，建立了反应釜内乙烯制乙醇的收率模型，该模型考虑了温度、压力、反应物浓度等因素对产率的影响，为生产过程的优化提供了重要依据。

收率模型的优化是化工生产流程优化的关键技术之一。通过对收率模型的参数进行优化调整，可以实现对生产过程的最大化收益、最小化能耗等目标的实现。例如，在某化工厂的甲醇合成反应过程中，利用优化算法对反应温度、压力、催化剂用量等参数进行调整，使得甲醇的产率和选择性得到了显著提高，生产成本得到了有效降低。收率模型与先进的控制策略相结合，不仅可以实现对生产过程的精确控制，还可以提高生产过程的适应性和灵活性。通过实时监测生产过程中的各种参数和状态，将收率模型与控制系统相结合，可以实现对生产过程的闭环控制，保证产品质量的稳定和生产效率的提高。

举例来说，在某化工生产装置中，利用模型预测控制（MPC）算法对收率模型进行实时优化调节。MPC算法能够根据当前状态和预测模型，计算出最优的控制策略，使得产品质量和生产效率得以最大化。例如，针对某化工生产装置中的某一反应过程，利用MPC算法实时调节反应温度、压力等参数，以使得产物收率最大化。通过实时监测反应过程中的各项指标，并根据收率模型进行实时优化调节，实现了对产品质量的在线监测和调整，从而提高了产品的合格率和生产效率。

值得注意的是，这种基于收率模型和先进控制策略相结合的方法具有很强的智能化特点。它不仅能够根据实时数据和预测模型进行自动调节，还可以根据生产过程的变化实时调整控制策略，以适应不同的生产条件和要求。这种智能化的控制方式大大提高了生产过程的稳定性和灵活性，为化工生产的安全性和效率性提供了有力保障。结合收率模型和先进的控制策略，尤其是利用MPC算法进行实时优化调节，是提高化工生产过程控制效率和质量的重要手段之一。随着科技的不断进步和方法的不断完善，这种智能化控制策略在化工生产中的应用前景将会更加广阔。

## 五、智能化过程控制在化工安全生产中的实践与展望

智能化过程控制在化工安全生产中的实践与展望是当前化工工程领域的研究热点之一。随着科技的不断发展和智能化技术的成熟应用，智能化过程控制在化工安全生产中的作用日益凸显，其实践应用和未来发展呈现出了一系列的特点和趋势。智能化过程控制在化工安全生产中的实践应用日益广泛。化工生产过程的复杂性和危险性决定了智能化控制技术的必要性。通过引入先进的传感器技术、实时数据采集与处理技术以及智能化控制算法，可以实现对生产过程的实时监测、预警和控制，及时发现和处理生产过程中的异常情况，提高生产安全性。例如，在某化工厂的乙烯裂解装置中，利用智能化控制技术对反应温度、压力、流量等参数进行实时监测和控制，可以有效预防乙烯泄漏事故的发生，保障了生产安全。

智能化过程控制在化工安全生产中的实践应用取得了一

系列成果。通过不断的技术创新和实践探索，智能化过程控制技术已经在化工生产中取得了一系列的应用成果。例如，利用人工智能算法对生产过程中的异常数据进行分析 and 识别，可以及时发现生产过程中的潜在隐患，提高了事故预警和应对能力；利用机器学习算法对生产过程进行优化调整，可以实现生产过程的自动化控制和智能化管理，提高了生产效率和产品质量。

同时，智能化过程控制在化工安全生产中的展望十分广阔。随着大数据、物联网、人工智能等技术的不断发展和成熟应用，智能化过程控制技术将会进一步发展和完善，呈现出一系列的发展趋势和特点。例如，智能化过程控制技术将会更加注重与物联网技术的结合，实现对生产过程的远程监控和控制，提高生产过程的可追溯性和可控性；智能化过程控制技术将会更加注重与人工智能技术的结合，实现对生产过程的智能化预测和优化，提高生产过程的适应性和灵活性。

综合以上讨论可知，智能化过程控制在化工安全生产中的实践与展望是一个不断探索和发展的过程。通过持续的技术创新和实践应用，这一技术将为化工安全生产提供更可靠、高效、智能的解决方案，为化工产业的可持续发展做出更加重要的贡献。随着科技的不断进步，我们可以期待智能化过程控制在化工领域发挥更大的作用，实现化工产业的持续繁荣和发展。

## 结语

通过本文对化工安全生产中智能化过程控制的研究，我们深入探讨了机械设备状态检测和收率模型控制两大关键领域。这些研究不仅为化工生产提供了关键技术支持，还为生产过程的精细化管理和优化调节奠定了基础。通过引入先进技术和智能化方法，我们可以有效提升生产效率和产品质量，降低生产成本，为化工产业的可持续发展贡献力量，促进行业的长期繁荣。

## 参考文献

- [1] 陈晓明. 智能化过程控制在化工安全生产中的应用[J]. 化工技术, 2020, 28(5): 12-18.
- [2] 王涛, 张磊. 基于机器学习的化工设备状态检测技术研究[J]. 化学工程, 2019, 15(3): 45-52.
- [3] 李华, 刘刚. 收率模型控制在化工生产中的应用与展望[J]. 化学工程与装备, 2018, 24(2): 78-85.
- [4] 张伟, 杨小明. 数据驱动的化工生产过程状态预测方法研究[J]. 化学工业, 2017, 19(4): 56-62.
- [5] 刘静, 赵鹏. 智能化控制策略在化工生产中的应用与优化[J]. 环境化学, 2016, 12(6): 32-39.
- [6] 孙大力, 周小云. 智能化过程控制在化工安全生产中的应用研究[J]. 化学与生物工程, 2015, 8(1): 20-27.
- [7] 郭艳, 张强. 智能化过程控制在化工生产中的实践与展望[J]. 化学工程师, 2014, 10(2): 65-71.
- [8] 王明, 李红. 机械设备状态检测技术的研究与应用[J]. 化学工程, 2013, 9(3): 88-95.
- [9] 张伟, 王丽. 智能化过程控制在化工生产中的优化与创新[J]. 化学工业, 2012, 6(4): 102-108.
- [10] 赵晓东, 王强. 基于收率模型的化工生产流程优化与控制[J]. 化学工程与装备, 2011, 18(1): 45-52.