

Application study of continuous production process in paper production

Jiayong Ma¹ Jun Luo¹ Ye Huang² Xinjun Wu¹ Bangfa Wang¹

1. Fujie Geni (Quzhou) Special Paper Co., Ltd., Quzhou, Zhejiang, 324000, China

2. Wuzhou Special Paper Group Co., Ltd., Quzhou, Zhejiang, 324000, China

Abstract

With the growth of global paper demand and technological progress, the application of continuous production process in the paper industry is increasingly important. This study focuses on the three challenges of the aging of technical equipment, the difficulty of process parameter control and the adaptability of staff skills in the implementation of the process, and proposes solutions to optimize equipment management to reduce maintenance costs, strengthen parameter control system to improve stability, strengthen talent training and promote skill transformation. The research results provide theoretical support and technical guidance for improving the competitiveness of enterprises, aiming to promote the development of paper industry to the direction of high efficiency, environmental protection and intelligence.

Keywords

continuous production process; paper industry; technology optimization and management

连续化生产工艺在造纸生产中的应用研究

马家勇¹ 罗军¹ 黄晔² 巫新俊¹ 王邦法¹

1. 美捷歌尼(衢州)特种纸有限公司, 中国·浙江衢州 324000

2. 五洲特种纸业集团股份有限公司, 中国·浙江衢州 324000

摘要

随着全球纸张需求的增长和技术进步,连续化生产工艺在造纸行业中的应用日益重要。本研究聚焦于该工艺实施过程中遇到的技术设备老化、工艺参数控制难度以及员工技能适应性三大挑战,提出了优化设备管理以降低维护成本、强化参数控制系统以提升稳定性、加强人才培养促进技能转型等解决方案。研究成果为提高企业竞争力提供了理论支持和技术指导,旨在推动造纸行业向高效、环保、智能化方向发展。

关键词

连续化生产工艺; 造纸行业; 技术优化与管理

1 引言

造纸工业作为人类文明的重要组成部分,拥有悠久的历史。自古代中国发明纸张以来,这一行业经历了从手工制作到机械化生产的巨大转变。传统间歇式生产工艺虽然在早期为造纸业的发展奠定了基础,但其效率低下、能耗高且难以满足现代市场对多样化和高质量纸张的需求。相比之下,连续化生产工艺以其高效的生产能力、稳定的产品质量以及较低的环境影响而逐渐占据主导地位。

2 连续化生产工艺概述

连续化生产工艺(Continuous Manufacturing Process, CMP)是指在生产过程中,原材料通过一系列不间断的操

作步骤被转化为最终产品。与传统的间歇式生产相比,连续化生产实现了物料连续流动和工艺阶段之间的无缝衔接,显著提高了效率和产品质量的一致性。依靠高度自动化的控制系统来维持稳定运行,并能有效降低能耗和减少废料产生。造纸行业的连续化生产工艺始于20世纪中叶,随着计算机技术和自动化控制理论的发展而逐渐成熟。现代造纸生产线包括从纤维原料准备、制浆、漂白、抄纸到干燥定型等多个连续环节。

3 连续化生产工艺在造纸中的具体应用

3.1 原料准备环节

在连续化生产工艺中,纤维原料的选择和处理是确保后续工序顺利进行的基础。造纸工业常用的纤维原料包括木材、非木材植物纤维(如竹子、麻类)、废纸等。为了适应连续化生产的需求,备料过程必须高度自动化且精确可控。

【作者简介】马家勇(1975-),男,中国山东寿光人,本科,工程师,从事造纸工艺质量控制研究。

现代造纸厂采用了先进的粉碎设备和技术,例如高效率的木片机可以将原木迅速切割成均匀的小块,保证了进入下一流程物料的一致性。此外,通过引入在线监测系统,能够实时跟踪原料的湿度、尺寸分布等关键参数,并据此调整加工条件,从而最大限度地减少因原料变化带来的波动。优化后的备料流程不仅能提高生产效率,还能降低能耗和原材料浪费,为接下来的制浆、抄纸等工序提供稳定的供应保障。

3.2 制浆过程

连续化生产工艺影响着制浆的过程,尤其是在化学法制浆和机械法制浆方面。化学法制浆中,碱法或亚硫酸盐法的连续化生产线可以通过精确控制温度、压力和化学药剂浓度,实现高效的纤维分离。特别是碱回收系统的改进,使得黑液中的碱性物质得以循环利用,大大减少了化学品的投入量,同时降低了污水处理的压力。机械法制浆中新型磨浆机的设计理念强调节能高效,采用先进的研磨元件和流体动力学原理,能够在较低的能量输入下获得高质量的纤维悬浮液。连续化的磨浆过程允许操作人员根据需求灵活调整工作参数,如转速、间隙大小等,确保纤维损伤最小化的同时达到理想的打浆效果,提高了资源利用率。

3.3 漂白阶段

漂白工艺的连续化是造纸工业现代化的重要标志之一。在连续化漂白过程中,漂白剂的选择至关重要。氯气、次氯酸钠、过氧化氢等都是常见的漂白剂,过氧化氢作为一种绿色无污染的漂白剂,在适当条件下可以产生良好的漂白效果,特别适用于生产高档纸种。为了充分发挥漂白剂的作用,必须严格控制其浓度、pH值以及反应温度等关键参数。这不仅需要依赖于先进的检测仪器,如在线pH计、电导率仪等,还需要借助数学模型来模拟和优化反应过程。通过自动控制系统协调运作,确保每个阶段的反应都能在最优条件下进行,最终产出符合质量标准的纸浆。

3.4 抄纸成形阶段

抄纸成形阶段是决定纸张最终质量和外观的关键环节。长网造纸机作为最常见的连续抄纸设备,以其结构紧凑、运行平稳的特点受到广泛欢迎。其工作原理是在一个连续移动的网带上铺设一层均匀的纸浆悬浮液,然后通过压榨、脱水等工序逐渐形成具有一定厚度和密度的湿纸页。夹网成型器则是另一种重要的辅助装置,通过上下两层网带之间的相对运动施加压力,促使纤维更加紧密地交织在一起,从而改善纸张的强度和平整度。

3.5 干燥定型部分

干燥定型是造纸的最后一道主要工序,其目的在于去除纸张中的水分,并赋予纸张所需的物理特性。连续化生产工艺下的干燥定型技术已经取得了长足进步,特别是在温度、湿度等因素的精准调控方面。传统的干燥方法往往会导致纸张出现皱褶、变形等质量问题,而现代连续化干燥系统则采用了分区控温、智能通风等先进技术,能够根据纸张类

型和厚度灵活调节干燥条件,确保纸张表面平整光滑,内部结构紧实。

4 连续化生产面临的挑战

4.1 技术设备的老化与维护成本上升

连续化生产工艺高度依赖一系列复杂且精密的设备,这些设备在长时间运行后不可避免地会面临老化问题。比如关键部件如泵、阀、传感器等可能会因为磨损、腐蚀或机械疲劳而性能下降,导致生产效率降低,甚至引发非计划性停机事故。对于造纸行业而言,这种状况尤为突出,因为纸浆和化学药剂对管道和反应器具有较强的侵蚀作用,加速了设备的老化进程。随着设备老化,维修频率增加,每次修理不仅需要耗费大量时间和人力,还可能涉及昂贵的零部件更换,使得维护成本不断攀升^[1]。老旧设备的技术水平往往落后于当前市场需求,无法支持最新的连续化生产工艺要求。早期安装的系统可能不具备足够的灵活性和精度来适应现代生产中复杂的参数调整需求,限制了企业对新工艺、新技术的应用。同时,由于旧设备与新系统的兼容性问题,企业在进行技术升级时遇到了诸多障碍,增加了改造难度和风险。一些老化的基础设施已经无法满足环保法规的要求,迫使企业不得不加快更新换代的步伐。面对这一系列挑战,如何在有限预算内有效延长现有设备寿命、合理规划设备更新周期以及选择合适的新技术方案,成为摆在企业管理者面前亟待解决的重要课题。

4.2 工艺参数控制难度增大

连续化生产工艺对温度、压力、流速等工艺参数的精确控制至关重要。然而,在实际操作中,保持这些参数稳定并非易事。外部环境的变化,如季节性的气温波动,可以直接影响到车间内的工作条件,进而干扰到温度敏感型工艺的正常运行。原材料性质的差异也影响着纸张的质量,不同批次的纤维原料可能具有不同的湿度、密度或化学组成,这会对制浆过程中的化学品消耗量、反应速率产生显著影响。设备自身的波动也不可避免地会导致某些工艺参数偏离设定值,比如磨浆机转速的小幅变化就可能引起纤维损伤程度的不同,最终反映在纸张质量上。

企业需要建立一套完善的在线监测系统,配备高精度的传感器和数据采集装置,实时获取温度、压力、pH值等关键信息,并通过自动化控制系统进行动态调节。即便如此,完全消除所有波动仍然是一个难以实现的目标。尤其是在多变的市场环境下,客户需求的快速变化也迫使企业频繁调整产品规格,进一步加大了工艺参数控制的难度。当多个工艺单元相互关联时,任何一个环节的微小变动都可能引发连锁反应,波及整个生产线。

4.3 员工技能与新技术适应性的矛盾

随着连续化生产工艺的不断发展,自动化程度越来越高,相应的控制系统和技术手段也变得更为复杂。这对一线

员工的知识结构和技术能力提出了更高的要求。传统造纸工人主要依赖于经验和手感来进行操作,但在连续化生产环境中,他们不仅要掌握基本的机械操作技能,还需要具备一定的计算机知识和数据分析能力,以便更好地理解 and 运用先进的控制系统。然而,现实中许多企业的员工队伍老龄化严重,年轻人才短缺,加之现有人员的知识结构和技术水平参差不齐,难以快速适应新技术的应用需求。

从实际情况来看,老年员工可能对新技术的学习能力和接受意愿较低,习惯了传统的操作方式,对于新型设备和软件存在抵触情绪;而年轻员工虽然更容易接受新鲜事物,但年轻人往往缺乏实践经验,难以在短时间内达到熟练操作的水平。频繁的技术更新换代也增加了培训工作的难度,企业需要不断调整培训内容和形式,以确保每位员工都能跟上行业发展步伐。如果不能及时提高员工技能,可能导致操作失误增多,产品质量不稳定,甚至引发安全事故。

5 实现连续化生产的解决方案

5.1 优化设备管理,降低维护成本

为了有效应对技术设备老化带来的挑战并控制维护成本,企业应采取一系列综合性措施。首先,制定科学合理的设备保养计划。定期进行全面的预防性维护检查,不仅可以及时发现潜在问题,还能延长设备使用寿命。对于关键部件如泵、阀、传感器等,建立详细的使用记录和预测性维护模型,通过数据分析提前预判故障风险,实现精准维修。其次,企业应当积极引入先进的监测技术和工具,例如安装智能传感器网络,实时监控设备运行状态,并结合物联网平台进行远程诊断和支持,确保第一时间响应异常情况。针对老旧设备,应根据实际情况考虑逐步淘汰或升级改造,优先选择那些能耗低、效率高且符合环保标准的新一代产品。同时,加强与设备制造商的合作关系,获取最新的技术支持和售后服务,确保生产线始终处于最佳状态。在预算允许的情况下,探索租赁或共享设备模式,以减少一次性投资压力,灵活应对市场需求变化。

5.2 强化参数控制,提升生产稳定性

为了解决工艺参数控制难度增大的问题,企业需要从多个方面入手,构建一个高效稳定的控制系统^[2]。首先是硬件升级,引进更精确的传感器和自动化控制系统,确保温度、压力、流速等关键参数能够被实时准确地采集和调节。特别是对于那些对环境条件敏感的工艺环节,如制浆过程中的化学品添加量和反应温度,应采用冗余设计,设置备用系统以

防止意外情况的发生。其次是软件优化,利用大数据分析和机器学习算法,开发智能化控制系统,自动识别和补偿外部干扰因素,如季节性气温波动和原材料性质差异,保持参数稳定^[3]。建立完善的在线监测体系,通过数据可视化界面,让操作人员能够直观地掌握生产动态,及时调整策略。同时,鼓励跨部门协作,形成从研发到生产的闭环反馈机制,不断改进工艺流程,提高系统的适应性和灵活性。

5.3 加强人才培养,促进技能转型

为了缓解员工技能与新技术适应性之间的矛盾,企业必须重视人力资源的开发与培养,推动员工队伍向专业化、现代化方向转型。一方面,建立完善的培训体系。包括入职培训、在职教育和技术认证等多种形式,确保每位员工都能获得必要的知识和技能。特别是对于涉及新技术的岗位,应提供专项课程,邀请专家授课或派遣员工外出进修,紧跟行业发展前沿。同时,设立内部学习平台,鼓励员工自主学习,分享经验和心得,营造良好的学习氛围。另一方面,企业需要关注年轻人才的吸引和保留,制定有吸引力的职业发展规划和晋升通道,为其提供广阔的发展空间。针对老年员工可能存在的技能短板,可以通过一对一辅导、师徒带教等方式帮助其逐步掌握新技能。企业要注重文化建设,强调创新精神和团队合作的重要性,让每一位员工都能感受到自己的价值所在。通过持续不断的改进和激励措施,逐步缩小技能差距,为连续化生产工艺的成功实施提供坚实的人力保障。

6 结语

综上所述,本研究深入探讨了连续化生产工艺在造纸行业中面临的挑战并针对这些问题提出了切实可行的解决方案。通过对设备管理的优化,合理规划更新周期,降低维护成本;强化参数控制措施有助于提升生产稳定性,确保产品质量的一致性;而加强人才培养和促进技能转型,则为新技术的应用提供了坚实的人力保障。随着科技的不断进步,连续化生产工艺将继续朝着智能化、绿色化方向演进。新兴技术将进一步融入造纸生产线中,实现生产设备之间的无缝连接和智能交互,从而提高生产的灵活性和响应速度。

参考文献

- [1] 邵俊霞,丁雪普,张鹏,等.造纸生产管理中的成本控制与效率提升策略[J].造纸信息,2024,(07):133-134.
- [2] 全婧.制浆造纸生产过程中智能控制技术的运用[J].造纸科学与技术,2023,42(04):50-52.
- [3] 熊俊.基于自动化技术的造纸生产过程优化研究[J].造纸装备及材料,2023,52(06):9-11.