

Improvement of moisture content stability control of vacuum humidifier outlet material

Chunyuan Zhao Xiaofeng Zhang

Henan China Tobacco Golden Leaf Production and Manufacturing Center, Zhengzhou, Henan, 450000, China

Abstract

To address the issue of poor moisture content stability in vacuum rehumidification machine output materials, this study first analyzed the influencing factors of moisture content in the vacuum rehumidification process. Based on optimizing the weight of each carton of tobacco blocks entering the vacuum rehumidification equipment and improving the cooling water circulation system, statistical analysis was conducted to examine the relationship between the cumulative amount of humidification steam and water per unit time during vacuum extraction and the moisture content in the rehumidification process. Through a Design of Experiments (DOE) approach, optimal parameters for the vacuum rehumidification machine were determined, providing a basis for controlling moisture content stability. The results achieved a reduction of over 20% in the annual average standard deviation of moisture content in vacuum rehumidified materials, with the annual mean deviation of moisture content in winter/summer output materials $\leq 0.8\%$.

Keywords

Vacuum rehumidification; Batch variation; Moisture content of export materials

真空回潮机出口物料含水率稳定控制改进

赵春元 张晓峰

河南中烟黄金叶生产制造中心, 中国·河南郑州 450000

摘要

针对真空回潮机出口物料含水率稳定性差的问题, 通过对真空回潮工序物料含水率影响因素分析, 在优化控制进入真空回潮设备每箱烟块重量、改进冷却水循环系统的基础上, 统计分析抽真空时间长短单位时间内增湿蒸汽和水累积量大小与真空回潮工序含水率的关系, 采用DOE实验设计最优真空回潮机参数, 为真空回潮物料含水率稳定性控制提供了依据。最终实现了真空回潮及出口物料含水率标准偏差年度平均值下降20%以上, 年度冬/夏季真空回潮机出口物料含水率均值极差 $\leq 0.8\%$ 。

关键词

真空回潮; 批次差异; 出口物料含水率

1 引言

真空回潮作为制丝线增温增湿的第一个工序, 其工艺任务是对长期贮存的烟叶进行回潮处理, 适当提高烟片的含水率和温度, 使烟片柔软, 增加韧性, 使烟叶舒展易于松散, 提高烟片的耐加工性, 减少后续工序中的造碎; 减轻烟叶中的杂味以改善卷烟感官质量, 杀灭烟叶中的虫卵; 去除青杂气, 其吸味能得到明显改善, 为下道工序提供合适的原料。

2 存在问题

在实际生产中, 由于真空回潮设备无水分自动调节及控制功能, 回潮后水分在不同批次或不同季节的差异明显。冬季真空回潮后物料含水率可以达到 15.0% 以上, 而夏季

回潮后物料含水率只有 13.7%, 批次间极差达到 1.3% 以上。真空回潮后水分稳定性差不仅影响卷烟感官质量稳定性, 而且导致下游松散回潮工序出口物料含水率控制难度增加^[1]。问题主要表现为:

2.1 同一牌号不同批次间物料含水率波动

统计某牌号 2024 年度真空回潮出口物料含水率均值变化, 如图 1 所示, 批次之间均值相差较大。

2.2 批次内不同箱体间物料含水率差异

真空回潮机有两个箱体交替工作, 通过统计某批次生产过程中 A、B 两个相同出口物料含水率情况, 如图 2 所示。可以看出 A 箱体和 B 箱体出口物料含水率之间存在明显的差异。

由于真空回潮工序物料含水率波动, 尤其是季节性的含水率变化, 一是影响卷烟感官质量稳定性; 二是导致下游松散回潮工序出口物料含水率控制难度增加; 三是夏季真空回潮工序物料含水率偏低, 烟片耐加工性降低, 导致原料消耗增加^[2]。

【作者简介】赵春元(1978—), 男, 中国河南遂平人, 本科, 高级工程师, 从事烟草制丝设备电气控制及技术管理研究。

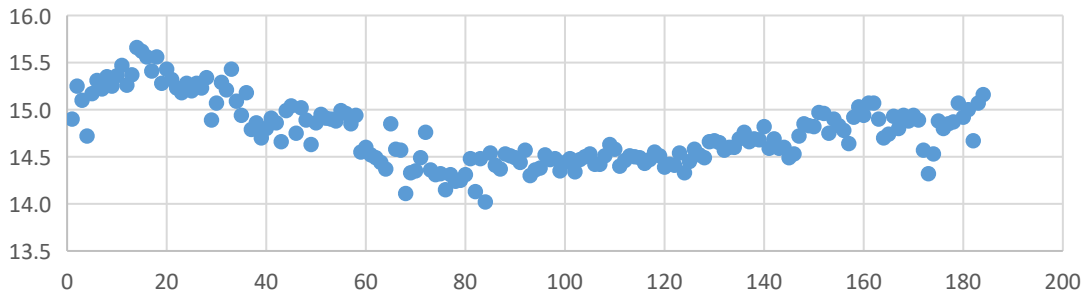


图1 2024年度松散回潮入口物料含水率均值

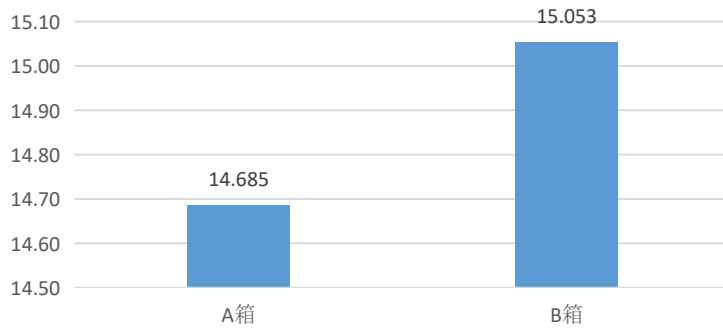


图2 批次内不同箱体间物料含水率对比

3 控制改进

3.1 原理分析

真空回潮机出口物料含水率稳定性与回透率有很大关系，回潮后烟片的水分和温度的均匀性和稳定性能够反映回潮效果的好坏。影响真空回潮机回潮效果的主要因素包括以下三个方面。

3.1.1 烟包体积和密度

在烟包体积和密度因素中，排除烟包原料方面的因素，回潮效果主要与烟包的切片块数和每个周转箱装载烟块重量有关系。目前在用真空回潮系统物料装箱采用自由落体方式，周转箱装入烟块的重量不均匀，会造成回透率不均匀，进而影响真空回潮机出口物料含水率稳定性^[3]。

3.1.2 真空度

回潮效果还取决于抽空时真空回潮箱体内能达到的真空度高低。真空度能够增加烟叶吸收水分的能力。在夏季高温天气时，经常出现真空度无法满足工艺要求的情况。回潮箱的真空度达不到工艺要求，就会影响蒸汽在烟包中的扩散速度和扩散范围，造成外层烟叶和里层烟叶含水率区别较大，甚至影响包芯烟叶不能增湿出现^[4]。

3.1.3 加湿能力

回潮效果还取决于加湿系统能否提供高品质的加湿汽源。当抽真空阶段结束，真空度也满足工艺要求的情况下进入增温增湿阶段，如果出现增湿时间长、增湿蒸汽和增湿水流量大或湿蒸汽含水量过大等现象时，也会影响蒸汽在烟包中的扩散速度和扩散范围，造成外层烟叶和里层烟叶含水率

区别较大，甚至影响包芯烟叶不能增湿出现^[5]。

3.2 优化改进

3.2.1 控制装箱烟块重量

考虑到开箱后每个烟包重量在200kg左右，每箱按照装入300kg切后烟块计算，每箱需要装入一个半烟包，三个烟包切完需要9刀，第一次切完一个半烟包需要5刀，第二次需要4刀，依次循环。修改切片机的PLC控制程序，在切片机切完一个半烟包后暂停2秒，使切后烟块之间有个空隙，方便装箱工装完一个半烟包切后烟块后进行换箱，确保每箱烟块平均值在300kg左右^[6]。

3.2.2 改造冷却水循环系统

(1) 在水箱内部增加分隔板，分为热水箱和凉水箱，在水箱底部贯通。冷却塔回水管路改为向凉水箱下水，使冷却塔降温处理后的水流向凉水箱；经过真空回潮冷凝器温度高的冷却水，通过排水泵直接排入热水箱。

(2) 增加了一套独立冷却水循环管路，将原有的间歇式冷却水循环模式改为节能型不间断冷却水自循环模式，从热水箱引出一套独立管路接入冷却塔。冷却塔循环水泵管路直接与冷却塔联通进行降温处理，实现对热水箱内冷却水的连续循环冷却，降低冷却水温度，达到减少抽真空时间的效果，冷却水循环系统如图3所示。

真空回潮机工作时，当热水箱水温度大于26℃时，启动循环水泵进行冷却；低于26℃时，循环水泵继续运行10分钟后，循环水泵停止。当真空回潮机停止工作时，如果热水箱冷却水温度大于26℃时，循环水泵继续运行1小时再停止；低于26℃时循环水泵延时10分钟停止。

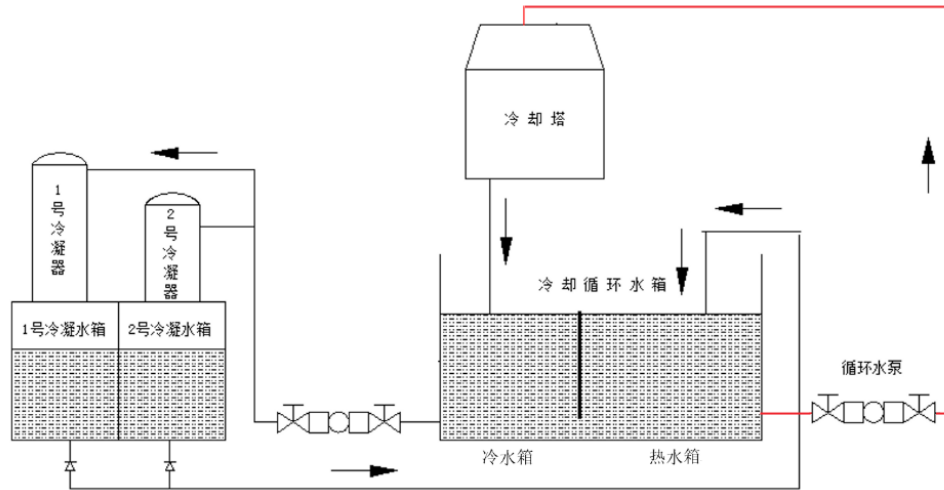


图3 改造后冷却水循环管路示意图

3.2.3 参数优化

真空回潮机回潮阶段是加潮系统向箱体内添加水和蒸汽，真空环境下烟叶迅速吸收水分；保压阶段是给予烟叶一定的时间充分吸收水分，时间的长短会影响烟叶水分大小；回抽阶段是将箱体内多余的水分抽走，由于真空度影响水分沸点，因此回抽停止真空度的高低，决定了抽走水分的多少，同样会影响到烟叶水分的大小。针对真空回潮机回潮、保压和回抽三个阶段控制参数加潮水停止真空度、加潮汽停止真空度、保压时间、回抽停止真空度建立四因子两水平的全因子实验。最终确定加潮水停止真空度为60Kpa；加潮汽停止真空度 62.94Kpa；保压时间 90Kpa；回抽停止真空度 22Kpa。

4 结语

针对真空回潮后水分稳定性差的问题，通过改进装箱控制，优化冷却水循环及设备控制产生等方法，有效提升了真空回潮机出口物料含水率控制稳定性。统计某牌号 2025

年度真空回潮机出口物料含水率标偏平均为 0.4954，较 2024 年度的 0.6345 下降了 21.91%。为后工序加工的稳定性奠定了基础，提升整个制丝线的过程控制能力。

参考文献

- [1] 葛茂栋,纪娜.制叶片加工过程中真空回潮工序西格玛水平影响因素分析[J].科技风.2017(10):186
- [2] 郝玉山,李新叶,杨海涛等.烟叶真空回潮的建模与控制[J].中国烟草学报.2019(04):29-35
- [3] 李鹏超.真空回潮机冷却水循环系统的改进.电脑知识与技术[J].2013(9):8128-8129
- [4] 基于机器学习的切丝后含水率预测及控制方法[J].高立秀;陈得丽;万兴淼;王星皓;朱知元;李永华;余迪;孔维熙.食品与机械,2021(04)
- [5] 卷烟制丝环节关键工序水分预测模型的建立与检验[J].李自娟;刘博;高杨;陈娇娇.食品与机械,2020(10)
- [6] 基于梯度提升树的烟草回潮机出料含水率预测[J].何毅;李斌;普轶;李曾;周霄天;路瑶;金超.软件,2020(06)