

# 基于生产订单的卷烟厂自动排产系统

王劲松<sup>1</sup>, 万年彬<sup>1</sup>, 江逸斐<sup>1</sup>, 李孝超<sup>1</sup>, 雷晓琪<sup>2</sup>, 李新建<sup>3</sup>

(1. 襄阳卷烟厂, 湖北 襄阳 441000;

2. 华中科技大学 管理学院, 湖北 武汉 430074;

3. 湖北中烟工业有限责任公司, 湖北 武汉 430074)

**[摘要]**根据卷烟生产特点分析,构建了一套基于生产订单的卷烟厂自动排产系统,总体思路为由下游生产拉动上游备料,实现对瓶颈资源的合理分配。基于卷烟厂需求分析,设计了包括卷包车间自动排产、制丝车间自动排产、滤棒生产计划优化、辅料组盘计划优化、原料香料配送计划优化共六个功能模块。

**[关键词]**卷烟;生产订单;自动排产系统;制造执行系统

**[中图分类号]**TS48;TP278

**[文献标识码]**A

**[文章编号]**1005-152X(2021)07-0095-05

## Automatic Production Scheduling System for Cigarette Factories Based on Production Orders

WANG Jinsong<sup>1</sup>, WAN Nianbin<sup>1</sup>, JIANG Yifei<sup>1</sup>, LI Xiaochao<sup>1</sup>, LEI Xiaoqi<sup>2</sup>, LI Xinjian<sup>3</sup>

(1. Xiangyang Tobacco Industry Enterprise, Xiangyang 441000;

2. School of Management, Huazhong University of Science & Technology, Wuhan 430074;

3. China Tobacco Hubei Industrial Co., Ltd., Wuhan 430074, China)

**Abstract:** In view of the characteristics of cigarette production, the paper built an automatic production scheduling system for a cigarette factory based on production orders, which drives upstream material preparation with downstream production and achieves reasonable allocation of bottleneck resources. Based on a demand analysis of the factory, the paper designed the six functional modules of the scheduling system, including automatic production scheduling in packing workshop, automatic scheduling in the primary processing workshop, planning optimization of filter stick production, planning optimization of ingredient combination, and distribution optimization of raw materials and spices.

**Keywords:** cigarette; production order; automatic production scheduling system; manufacture execution system

## 0 引言

近年来,随着国内烟草市场需求向着多品种、小批量变动,我国卷烟工业企业的生产组织方式逐渐由过去的“生产推动型”转变为“市场拉动型”,即基于客户订单和销售合同安排生产。在这种背景下,卷烟工业企业需要改变以批量生产为主流的生产模式,采用更加柔性的生产模式,实现对车间的精细化管理,以适应烟草市场多样化的需求,提高企业的竞争力<sup>[1-2]</sup>。这也对卷烟工业企业的生产计划编制提出了更高的要求,要求企业能够及时掌握客户下达的

订单数据,及时了解生产部门反馈的生产数据,快速准确制订科学合理的生产计划,并及时对生产活动进行指挥控制。

虽然目前我国卷烟工业企业的信息化建设发展迅速,但是前期取得的成效并不突出,其主要原因在于企业在信息化过程中没能实现子系统间的数据共享和统一管理<sup>[3]</sup>。制造执行系统(MES)作为连接上层计划管理系统与底层工业控制系统的中间枢纽,解决了企业内部信息孤岛问题,成为了目前卷烟工业企业信息化建设的热点<sup>[4-8]</sup>。同时,为了提高企业作业排程和优化调度的能力,高级计划与排程系统

**[收稿日期]**2020-11-30

**[作者简介]**王劲松(1970-),男,湖北中烟襄阳卷烟厂储运管理办公室科长;雷晓琪(1995-),女,博士研究生,研究方向:项目调度。



(3)“多解”原则与可干预原则。自动排产系统得出的生产计划不是唯一的。为了更好地服务于卷烟厂,自动排产系统应提供多个可行计划,以便卷烟厂根据自身需求选择更符合实际的生产计划。另外,为了使排产系统可操作性更强,自动排产应预留人工干预的接口。

## 2.2 卷烟自动排产决策框架

卷烟生产包含卷包和制丝两大重要工序,卷烟自动排产系统的优化重点将放在卷包作业计划和制丝作业计划上。卷烟自动排产决策框架如图2所示,根据市场客户下达的生产调度令,卷烟厂首先制订出下月的卷包作业计划,再由卷包作业计划拉动制丝作业计划、辅料配送计划、滤棒生产计划和手包烟生产计划等;制丝计划拉动原料备料计划、梗丝作业计划、香糖料备料计划;梗丝作业计划拉动梗料备料计划、香糖料备货计划。

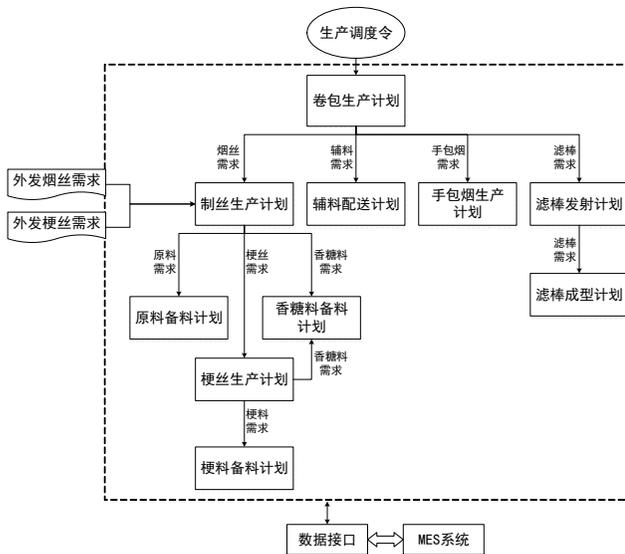


图2 卷烟自动排产决策框架图

## 2.3 卷烟自动排产作业流程

针对卷烟工业企业“市场拉动型”的生产模式,构建“面向订单生产”的滚动、闭环作业流程,如图3所示。

具体流程如下:

Step1:接收客户下达的生产调度令。

Step2:在给定的约束条件下(订单交货期、资源约束等),依据自动排产模型,自动产生对各个生产

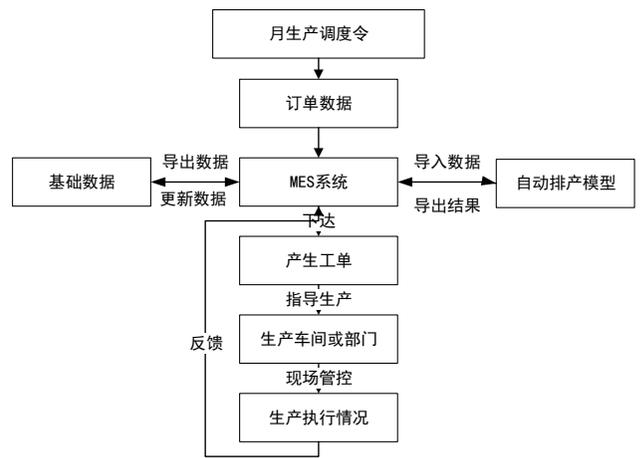


图3 卷烟自动排产作业流程图

单元的、最优的、可执行的生产作业计划。

Step3:通过MES系统将生产作业计划以及物料备货计划分别下发到生产车间(包括卷包车间、制丝车间、滤棒生产车间)以及物流部门,生产车间根据生产作业计划进行生产作业调度,物流部门根据作业计划进行备料、调度。

Step4:现场管控系统接受并执行下达至各环节的工单,同时采集现场生产运行状况,反馈给MES系统,包括资源状态、订单执行进度等信息。然后根据现场实际的状况调整生产计划排程。

## 3 功能模块

### 3.1 需求分析

(1)自动排产,减少人工干预。由于烟厂的生产流程比较复杂,传统由手工编制生产作业计划的方式,工作强度太大,且精确度有待提高。结合襄阳卷烟厂实际生产调度情况,建立一套完善的排产模型,集成MES系统实现自动排产。自动排产系统应以自动排产为主、人工干预为辅,而且随着运行时间的加长,在大数据的支撑下实行自动化,逐步取代人工干预,真正实现自动化排产。

(2)优化排产,得到较优的生产方案。人工排产多是基于一些简单的规则进行,如正序排产和倒序排产,很难实现烟厂最小化或最大化排产目标的需求。自动排产系统需要在短时间内找到满足约束条件的可行且较优的排产方案。

(3)多种策略自动排产,提供多种备选方案。人工排产往往只能得到一种排产方案,选择排产方案时比较受限。自动排产系统需要根据多种策略进行排产,为烟厂提供多种可选的排产方案,烟厂可根据自己的实际需求目标选择合适的排产方案。

(4)自动修正生产参数数值,实现精确排产。自动排产系统需要能够自动根据实际采集到的数据进行分析,对其排产相关数据(如设备生产效率、换牌时间等)进行优化,使其更贴合实际生产情况,使得排产结果更加精确。

(5)为人工调整预留接口。自动排产系统需要预留人工调整的接口,以方便烟厂根据实际情况的变动及时进行人工调整。如人工设置放假时长和具体放假时间等。

(6)日常滚动排产。在每天晚班结束或早班开始时进行滚动排产,固定锁定期内的生产计划不变,对锁定期外的生产作业计划进行微调,日常滚动排产主要调整的是每日每台机台上的生产量,使其更贴近每日实际生产量。

(7)突发情况时及时进行重调度。当出现插单、设备故障、辅料不能按照原计划到达、烟丝不能及时供应 4 种突发情况时,自动排产系统能够及时对计划进行调整,生成新的生产作业计划,指导实际生产。

(8)降低原辅料和滤棒供应不及时的风险。原辅料或滤棒配送由卷包车间(制丝车间)生产拉动,所以原辅料或滤棒的排产应该以上游车间计划为依据,保证上游车间的生产不会因材料的供应不及时而停工待料。当上游生产出现插单、设备故障、人员变动等情况导致与原计划不一致时,原辅料或滤棒配送需相应变化,即实现滚动排产。

(9)与 MES 进行集成,对生产过程进行计划、监督、协调和控制。自动排产系统需要与 MES 系统进行集成,实现和 MES 系统之间数据的交换,基于 MES 提供的数据对排产进行优化,再将结果导入 MES 系统中,用于指导实际生产,共同对生产过程进行计划、监督、协调和控制。

### 3.2 功能设计

(1)卷包车间自动排产:①根据生产调度令,考虑卷包设备产能、工作日历、原辅料供应情况等,生成可执行的基础调度计划;②根据生产计划调整单,更新订单信息,重新生成调度计划,灵活处理增单、减单和订单交货期变化等情况;③每日生产工作完成后,记录每日实际产出,进行每日滚动排产;④当出现突发情况,如设备故障、原辅料供应情况有变等,触发卷包车间重调度,及时调整计划。

(2)制丝车间自动排产:①根据卷包车间生产作业计划与外发订单计划,结合车间生产排产的相关信息,生成可执行的基础调度计划;②当卷包车间生产作业计划发生变动,或外发订单出现增单、减单或交货期变化时,根据更新后的卷包车间生产作业计划与外发订单,对制丝车间生产作业计划进行调整;③每日生产工作完成后,记录每日实际产出,进行每日滚动排产;④当出现突发情况,如设备故障、原料供应不及时等,触发制丝车间重调度,及时调整计划。

(3)滤棒生产计划优化:①根据卷包车间生产作业计划,结合辅料-滤棒 BOM 表,生成滤棒发射计划;②根据滤棒发射计划,结合滤棒生产车间产能,产生可执行的滤棒生产计划;③每日生产工作完成后,记录每日实际产出,进行每日滚动排产;④当出现突发情况,如卷包排产变化、滤棒成型设备故障、滤棒成型辅料保障情况变化时,及时修正滤棒生产计划,以满足卷包车间生产对滤棒的需求。

(4)辅料组盘计划优化:①根据卷包车间生产作业计划拉动,明确辅料组盘组合、数量以及辅料组盘时间;②当出现突发情况,如辅料到货不及时、库容不足等,及时调整计划。

(5)原料配送计划优化:①根据制丝车间生产作业计划拉动,明确辅料配送数量和时间;②当出现突发情况,如原料到货不及时、库容不足等,及时调整计划。

(6)香糖料配送计划优化:①根据制丝车间生产作业计划拉动,明确香糖料配送数量和时间;②当出现突发情况,如香糖料到货不及时、库容不足等,及

时调整计划。

## 4 结语

基于生产订单的卷烟厂自动排产系统,可作为MES系统集成模块。采用由下游生产拉动上游备料的方式,既符合“市场拉动型”的生产模式,又能将生产计划优化调度的重点放在生产流程过程中的瓶颈资源分配上。将原有的复杂卷烟厂自动排产问题,分解为多阶段进行分析,既能降低优化问题的复杂度,又可针对各个阶段的问题和目标进行优化。这套系统中制丝环节已和MES系统对接,实现了数据交互和共享。该系统作为MES系统的核心模块和指挥中心,可加强MES系统对整个生产计划的控制能力、优化能力与前瞻性。随着系统运用实践的进一步推广,为精益生产、智能制造打下基础,有利于加强企业的生产计划与生产组织管理水平,形成核心竞争力。

### [参考文献]

[1] 沈巍. 卷烟柔性生产初探[J]. 中国经济与管理科学,2008

(4):120-129.

- [2] 杨得强,邱宏,彭欢,等. 精益生产的卷烟柔性生产模式[J]. 北京农业,2014(6):189-191.
- [3] 郭如军,罗应龙,王军. 面向精细化管理的卷烟企业制造执行系统(MES)的应用[J]. 烟草科技,2008(6):29-32.
- [4] 范国民. 卷烟企业制造执行系统的研究与应用[J]. 成组技术与生产现代化,2010,27(2):22-25.
- [5] 吕希胜,许岩峰. 生产计划与调度系统在卷烟生产中的应用[J]. 制造业自动化,2010,32(11):12-15.
- [6] 王鹏. 生产执行系统(MES)在烟草行业中的应用[J]. 烟草科技,2003(3):15-17.
- [7] 王培琛. 生产执行系统(MES)在卷烟企业中的应用[J]. 计算机技术与发展,2010,20(9):206-208.
- [8] 张鼎方. 生产执行系统及其在卷烟工业中的应用[J]. 烟草科技,2004(7):13-16.
- [9] 刘亮,齐二石. 基于APS与MES集成的车间生产计划和调度方法研究[J]. 制造技术与机床,2006(9):24-28.
- [10] 周江建. 构建基于APS的智能化烟草MES系统[J]. 电子设计工程,2015,23(7):77-81.
- [11] 郑力,江平宇,乔立红,等. 制造系统研究的挑战和前沿[J]. 机械工程学报,2010,46(21):126-136.
- [12] 王军,刘鹏翔,刘翔迪,等. 基于卷烟生产计划优化的HPP框架及总生产计划模型[J]. 烟草科技,2017,50(8):91-96.

(上接第62页)

表4 最优方案对应的各项成本(单位:元)

选址成本	库存成本	配送成本	总成本
507 180	830 456	346 018	1 683 654

由表4可知,在药品O2O配送系统的各项成本中,库存成本所占比例最大,约占总成本的49%,选址成本占总成本比例为30%,配送成本占总成本比例为21%。

## 4 结语

本文从O2O模式下药品配送系统现状及问题出发,考虑以多层次的思想对药品O2O的选址-库存-配送进行优化,构建了随机需求下带软时间窗的药品O2O配送系统集成优化模型,并设计遗传算法对模型进行求解,最后通过算例分析验证模型的有效性。该研究为药品O2O模式配送在我国药品物流配

送中的推广应用提供了切实可行的优化方案,具有一定的理论价值和实践意义。

### [参考文献]

- [1] 刘聪. 基于双层规划的O2O药品配送选址路径问题研究[D]. 北京:北京交通大学,2017.
- [2] 刘闪. 药品多车型配送的车辆指派与路径优化研究[J]. 科技创新与应用,2018(35):63-64.
- [3] CHO S H,SANG L C.A study on the location improvement of the pharmaceutical logistics center[J].Journal of Korea Port Economic Association,2019,35(3):41-59.
- [4] 罗威,张晓蓉,张甜. 基于改进Dijkstra算法的医药物流配送网络优化[J]. 价值工程,2019(21):129-130.
- [5] 胡剑玫. 带时间窗的医药物流配送路径优化问题研究[D]. 南昌:江西财经大学,2020.
- [6] 赵蒙,于梦琦,胡祥培. 新零售背景下药品协同配送优化研究[J]. 系统工程理论与实践,2021(2).
- [7] 中国物流与采购联合会医药物流分会. 中国医药物流发展报告(2020)[M]. 北京:中国财富出版社,2020.