

# 基于规则的烟草计划与排产系统<sup>①</sup>

徐屹秦<sup>1</sup>, 张盛山<sup>2,3</sup>, 吕希胜<sup>3</sup>

<sup>1</sup>(陕西中烟工业有限责任公司宝鸡卷烟厂, 宝鸡 721000)

<sup>2</sup>(中国科学院大学, 北京 100049)

<sup>3</sup>(中国科学院沈阳自动化研究所, 沈阳 100016)

**摘要:** 为提高烟草行业计划排产的实时性, 提出了符合卷烟生产特点的生产计划与调度系统, 并阐述了生产计划与调度系统的体系结构、功能模块、系统工作流程, 设计了基于规则的调度算法. 所设计的系统能够持续稳定的运行, 企业客户可应用本系统软件快速准确地根据销售合同和调度计划制定科学合理的生产调度计划, 真正实现管理与控制一体化操作.

**关键词:** 烟草企业; 生产排产; 计划调度; 规则算法

## Design of Production and Scheduling System for Tobacco

XU Yi-Qin<sup>1</sup>, ZHANG Sheng-Shan<sup>2,3</sup>, LV Xi-Sheng<sup>3</sup>

<sup>1</sup>(Technology Center, Baoji Cigarette Factory, Baoji 721000, China)

<sup>2</sup>(University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

<sup>3</sup>(Shenyang Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China)

**Abstract:** To improve the real-time scheduling of the tobacco industry plans, a system that complies with the characteristics of cigarette production planning and scheduling system is proposed, and described the architecture, functional modules and rule scheduling algorithm of the production and scheduling system. The designed system could run continuously and stably, and corporate customers can use the system software to develop the scientific and reasonable production scheduling plan quickly and accurately according to the sales contract and scheduling plans, and realize the operation of the management and control integration.

**Key words:** tobacco factory; production planning; scheduling; rule algorithm

烟草行业由行业管理机构(国家烟草专卖局)实行专控, 其生产总量由国家烟草专卖局计划下达<sup>[1]</sup>. 不同卷烟产品之间存在着竞争, 然而国内各烟草企业原料类型基本相似, 加工机械水平基本相近, 加工工艺也基本一致<sup>[2]</sup>, 单纯通过传统的改进技术不能满足企业竞争的需要. 目前烟草工业企业生产计划受市场影响越来越大, 大部分企业明显感到计划跟不上变化, 面对销售部门对产品交货时间的严格要求, 面对营销计划的不断调整和生产过程中品名的更换, 造成了生产计划不断变更<sup>[3]</sup>. 通过引入信息技术, 全面实现企业信息化, 可以成为烟草工业企业赢得市场与利润的有效手段. MES 制造执行系统通过计算机对企业的生

产流水线的操作状态以及生产信息进行实时监控, 并将有关数据信息上报至数据管理服务器, 极大地提高了劳动效率、产品质量以及生产系统的应变能力<sup>[4,5]</sup>. 在 MES 系统中, 计划与调度模块处于非常重要的位置, 负责整个车间的计划管理以及资源调度等多项重要功能, 在车间优化控制方面, 计划与调度管理更是处在最重要的位置.

针对烟草行业生产计划与调度的研究文献主要有: 王爱民<sup>[6]</sup>等针对烟草卷包排产方案优化制定、周订单滚动追加, 以及面向订单执行时间和数量变化的计划与实际同步调整等问题, 提出了烟草卷包作业动态调度技术. 谢五峰<sup>[7]</sup>等介绍了当前流行的 MES 支撑平台

① 收稿时间:2012-12-20;收到修改稿时间:2013-02-05

—SIMATICIT(西门子平台)的软件架构和各部分功能,并提出了适合烟草企业卷包排产的规则算法,介绍了基于该排产算法的卷包排产子系统,包括子系统的软件结构、基础数据和卷包排产的一些步骤.刘铝<sup>[8]</sup>等分析了烟草制丝自动排产的业务流程和质量指标,对制丝生产线的生产段、工艺柜等进行理论分析和科学建模,采用回溯算法实现了制造生产调度自动排产与优化.王辉<sup>[9]</sup>等设计了一个生产计划、仿真和调度集成系统,介绍了系统的框架及主要组件的功能,以及集成系统的运行机制.该系统利用仿真技术将企业的生产计划与作业调度紧密集成,实现了计划部门与生产部门在信息和流程上的紧密关联.郭如军<sup>[10]</sup>等介绍了一个以SP95为标准设计的生产执行系统.该系统主要由工厂实时/历史信息集成平台、生产模型平台、MES集成平台、数据采集接口等组成;采用实时处理技术、模型驱动技术、优化排产技术,实现了生产排产、设备运行维护管理、物料跟踪等功能,解决了MES与ERP、控制系统、立体仓库、动力能源等系统的集成问题.上述的研究工作具有重要的理论参考价值和实践指导意义.现有烟草企业生产计划系统存在的主要问题是计划的实时性较差,本文给出了生产计划与调度的系统设计方法,说明了系统的主要功能模块,最后介绍了提出的系统规则调度算法,该算法在一定程度上较好地提高了计划的实时性.

## 1 系统结构

本文以某烟草企业为应用背景,设计了一套运行在企业局域网络上的、独立的、开放的信息化计划与调度系统,主要是在厂级范围内进行计划与调度,以确保生产的均衡性、连续性,减少换牌、避免停机待料、优化生产过程,以及提高生产过程的快速应变能力为原则制定详细的能源动力、制丝和卷包生产计划三类生产计划,使生产计划的编制更加快捷、科学、合理,并优化生产的组织和管理.系统体系结构如下图1所示.

系统按功能可划分为4个层次,即数据采集层、数据处理层、应用处理层及客户表示层.

数据采集层:采集现场设备的信息,主要是各车间、各主要设备状态.

数据处理层:用Oracle10g和Microsoft SQL Server 2008构成的异构数据源作为数据库的支撑平台存储各种生产参数.

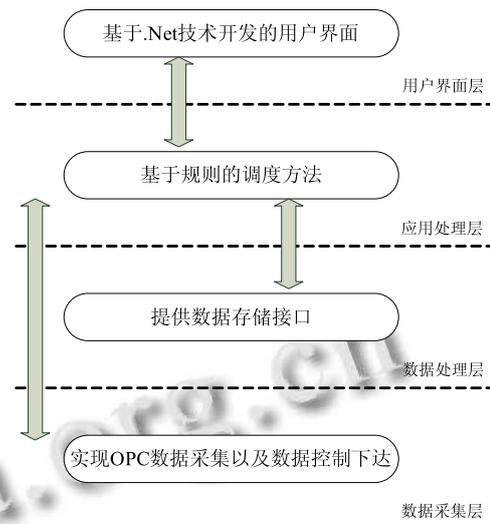


图1 软件系统体系结构

应用处理层:根据路径限制规则、辅料需求规则等,将接收到的月计划细分为各车间的日生产和加工任务,以指挥各生产车间按统一的目标,有节奏、协调地生产,进行任务调度.

客户表示层:面向客户的操作界面,客户可应用界面输入月计划等.

### 1.1 系统的功能模块

系统设计了如图2所示的功能模块,主要包括计划接收、计划排产、物料需求、指令调度和生产追踪等五个功能模块.

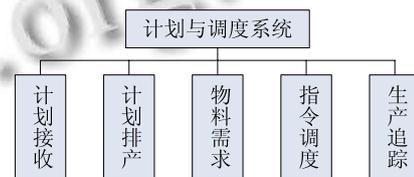


图2 系统功能图

计划接收:接收公司的月生产计划,并根据各车间的具体情况对一些修改.

计划排产:根据各车间、各主要设备状态、库存情况等,把接收到的月生产计划分解成周日生产计划,生成计划通知单下发到车间.

物料需求:根据制定的周生产计划,生成物料需求单,并下达到仓库进行备料操作.

指令调度:根据产品牌号获取工艺参数信息,并按照工艺段分别下达到相应的设备,为生产提供保障.

生产追踪: 对计划的完成情况进行追踪, 并对实时库存、设备状态等进行监控, 为计划的制定提供参考.

### 1.2 系统工作流程

系统工作流程如图 3 所示. 企业生产计划调度接收来自上层管理信息系统(MIS/ERP)或人工输入的月生产计划、产品试制计划、特需生产计划, 并对其进行确认; 在此基础上根据设备生产能力进行周、日计划排程, 以保证卷包车间按计划的产品结构进行生产, 并以尽可能减少品种的转换次数为主要原则, 确定卷

包车间所要生产的品种、数量和生产时间; 根据产品配方计算生产所需要烟叶的品种、数量; 以卷包计划为依据, 储丝房剩余烟丝信息, 制定制丝车间生产计划, 以保证烟丝及时供给, 保证烟丝存储时间不少于工艺要求; 生产调度将生产计划分解为各生产部门所需的日调度作业任务, 下达给车间执行. 车间根据牌号配方将日制丝计划进行分解, 形成对应的分组批次计划, 和各工艺段的执行计划, 并对相同分组批次计划进行合并, 进行投料组织生产.

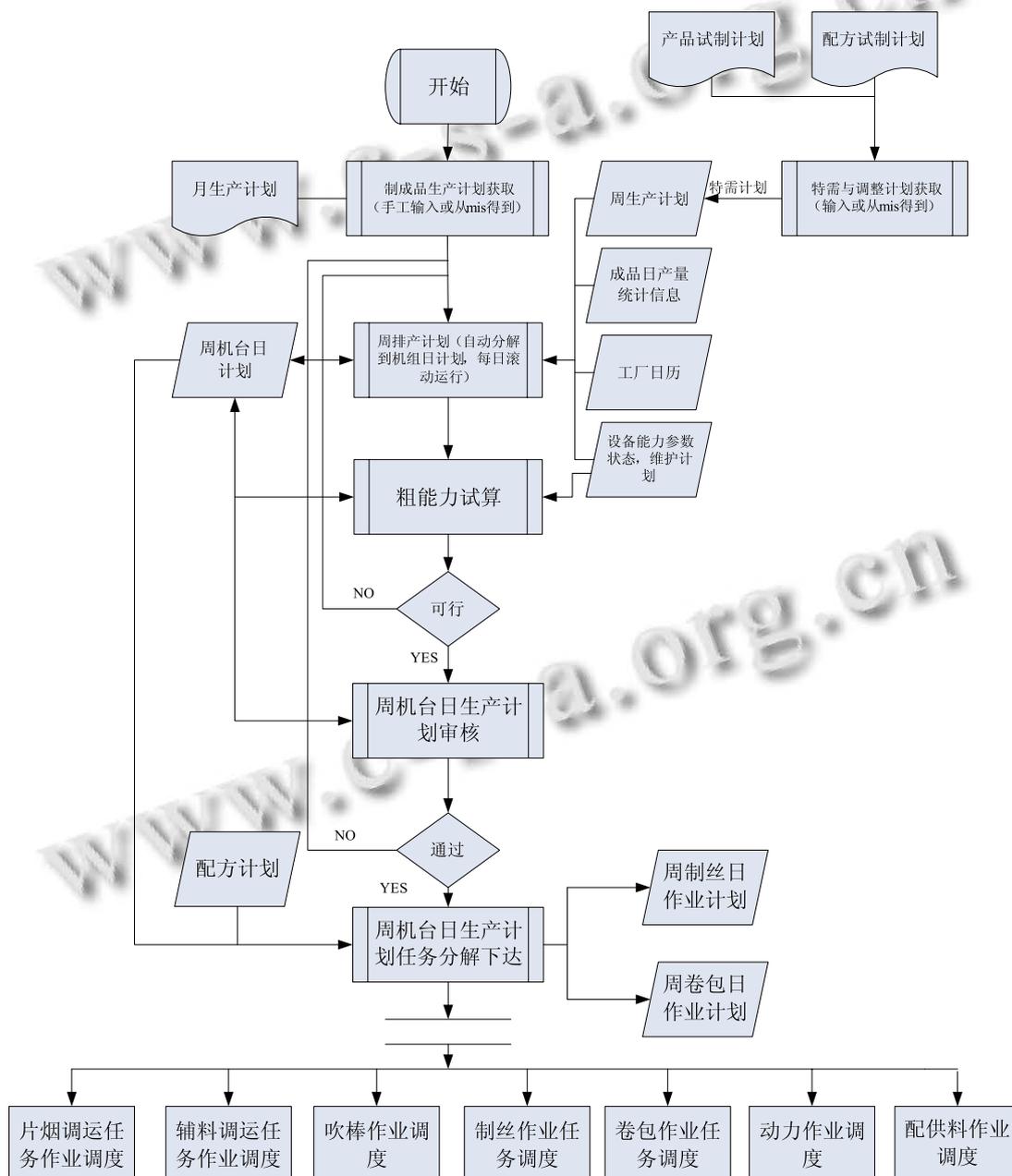


图 3 系统工作流程图

### 2 关键技术实现

优化排产与调度(APS)是生产执行系统的重要组成部分,它通过接收MIS/ERP编制完成的品牌计划,以物料资源、设备能力、工艺要求等为依据,将其细分为各车间的日生产和加工任务,以指挥各生产车间按统一的目标,有节奏、协调地生产出符合工艺要求、高质量和满足用户要求的产品,有效地控制订单的准时完成.同时对已运行计划的临时调整,进行任务调度.作业指令包括两大类,一是具有相对稳定性的指令,如作业标准(设备维保标准、工艺卡片、辅料规格要求、工艺参数标准、工艺路线等);二是具有很强实时性要立即执行的指令,如机台作业任务计划单、批次计划单、换牌调度单、设备调度停台通知单、储柜调度单、动能供给调度单、原辅料备料单、调度通知等.相对稳定的指令只有当其发生变化时才下发,正常情况下根据当前生产牌号自动查询有效的作业标准,并严格执行.

排产与调度接收 ERP 系统传递的生产计划、产品配方,结合设备状况、设备维修保养计划等信息,将生产计划进行细化分解,分别生成制丝、卷包、物流生产的生产作业计划书;按工序细化为批次作业指令,指导原、辅料的供应,同时进行生产工单的发布.同时,系统根据实时生产信息、设备运行状况,及时调整生产工单.

计划排产与调度管理系统通过对本月的生产计划进行分解,分配到机台和工艺段.由车间操作人员根据分解后的计划完成生产,生产后的数据由数据采集系统或通过现场操作员在现场终端完成数据的收集或录入工作,并把收集的数据传递到相关的模块进行数据归档和分析工作.

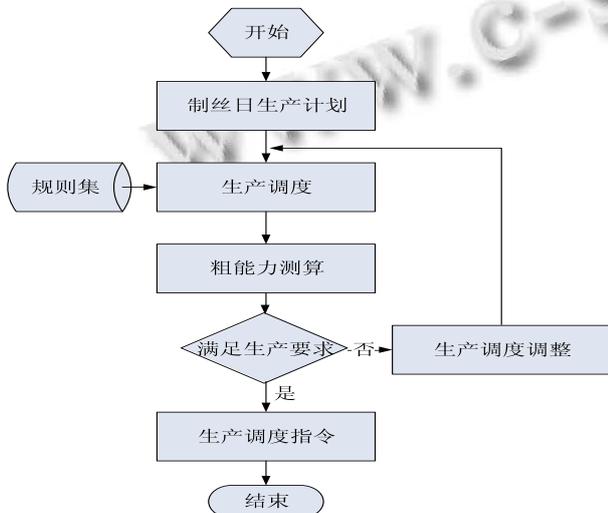


图 4 基于规则的调度算法

整条制丝线由几条生产线构成,还有众多贮柜以及各种加工设备.加工路径比较多,制丝工艺比较复杂,需要的原材料较多,因而影响生产的因素也就比较多,这就对计划调度提出非常高的要求.在该系统中我们采用了基于规则的调度,根据对制丝工艺的分析研究和参考调度员的经验,总结出来多种规则.根据这些规则进行计划调度,指导制丝生产.这些规则构成一个规则库,每条规则拥有自己的优先级,系统根据这些规则和生产现场的状态进行相应的调度,完成指导生产的任务.主要规则有路径限制规则、贮柜限制规则、烟丝牌号规则、设备状态规则、香料需求规则、辅料需求规则等.

该系统接收公司制定的年生产计划,根据公司年生产计划、产品配方的要求,充分考虑原料、辅料的库存和车间在制情况,进行综合平衡将计划逐层分解,以形成指导生产环节或工序的生产任务并下达.

目前由于 ERP 系统没有实施,所以厂级月生产计划需要手动录入.厂级计划员接收到公司的月生产计划后,根据厂内的具体情况进行月生产计划的维护.月生产计划确定后,根据库存状态、产品配方、设备产能等进行计划排产,再经过相关人员审核与确认.卷包车间接收厂级计划,根据设备的具体产能情况,进行日计划的生成.制丝车间根据卷包车间的计划,生成制丝的日作业计划,并进行相应的任务分解与指令下达.

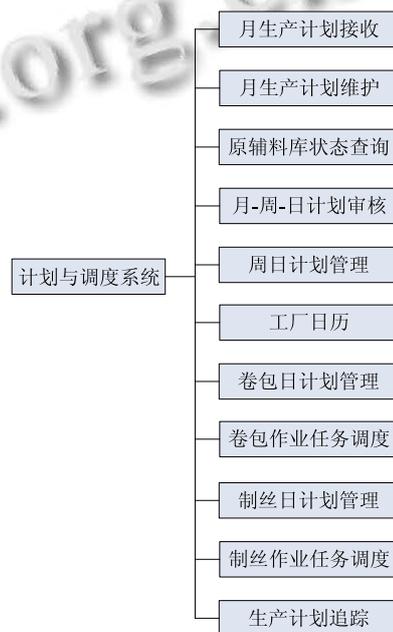


图 5 计划与调度系统功能模块

### 3 应用效果

该系统基于实际业务设计,操作简单方便,权限控制等技术全面保证企业信息的安全.采用先进的.Net 技术进行开发设计,以 Oracle10g 和 Microsoft SQL Server 2008 构成的异构数据源作为数据库的支撑平台,融入分布式管理控制和人性化界面设计理念,使人机交互更为亲切灵活,可高可靠性的完成计划与调度任务.

该系统接收上层管理系统的任务来安排厂级生产计划,并根据各车间的具体情况进行一些修改生成计划通知单下发到车间,再按照一定的规则进行指令调度下达到相应的设备,对计划的完成情况进行追踪,并对实时库存、设备状态等进行监控,为计划的制定提供参考.系统能实现从接收计划到计划排产直到下达指令到设备的一体化操作,使得企业能够很好的适应生产计划的变更,能及时的掌握当前各订单情况,及时掌握生产的历史情况和现实数据,快速准确地根据销售合同和调度计划制定科学合理的生产调度计划,实现管理与控制一体化操作.

### 4 结束语

本文设计与开发了面向烟草生产企业的生产计划与调度系统,阐述了软件系统体系结构,分为数据采集层、数据处理层、应用处理层和客户表示层等四个层次,主要包括计划接收、计划排产、物料需求、指令调度和生产追踪等功能模块.给出了计划调度系统工作流程,并设计了基于规则的调度算法.系统应用与实施说明

了系统设计和调度算法的合理性和实用性.系统应用方面,目前的主要不足为当生产计划出现变更时,排产调度算法的交互性较差.进一步的研究工作将主要进行多批次生产计划下的实时重调度方法研究.

### 参考文献

- 1 江涛,邹平.烟草行业生产控制模型研究.信息控制,2009,38(4):490-495.
- 2 陈恩,谷德良.制造执行系统(MES)在卷烟制丝生产管理中的应用,当代经济,2010,(2):24.
- 3 唐易,刘夕炎.MES 在烟草行业中的应用.重庆工商大学学报(自然科学版),2008,25(2):160.
- 4 郑彬,蔡临宁.制造执行系统在制丝生产线上的应用.烟草科技,2005,(5):19-20.
- 5 张领全.浅谈 MES 在烟草行业信息化中的应用.信息与电脑(理论版),2012,(1):162.
- 6 王爱民,丁雷等.烟草卷包作业动态调度技术.计算机集成制造系统,2010,16(3):603-608.
- 7 谢五峰,鄂明成.基于西门子平台的卷包排产子系统的研究.中国制造业信息化,2007,(1):5-11.
- 8 刘铝,常炳国.回溯算法在制丝生产线自动排产中的应用.计算机系统应用,2011,20(2):186-188.
- 9 王辉.卷烟企业制丝车间基于仿真的生产计划与调度系统集成的研究.自动化博览,2010,(4):78-80.
- 10 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.烟草科技,2008,(6):29-32.

(上接第 62 页)

### 参考文献

- 1 菲利普·科特勒.营销管理.第 10 版.北京:中国人民大学出版社,2001.
- 2 田大纲,马金娜.市场营销决策支持系统研究的进展.中国管理科学,2004,12:672-677.
- 3 宋福根.现代企业决策与仿真.北京:科学出版社,2010.
- 4 陈文伟.决策支持系统及其开发.第 3 版.北京:清华大学出版社,2008.
- 5 刘晶珠.决策支持系统导论.哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,1990:26-34.
- 6 Bohm, Jacopini. Flow diagrams, turning machines and languages with only two formation rules. Communications of the ACM, 1966,9(5):185-198.
- 7 戴超凡,陈俊.模型组合技术研究.计算机应用研究,2009,26(4):1419-1421.
- 8 孟宪会,张慧妍.ASP.Net 2.0 应用开发技术.北京:人民邮电出版社,2006:1-39.