

## 盐业包装生产线MES系统应用设计

Design of MES application on the salt packaging lines

王秀梅<sup>1\*</sup>, 赵瑜伯<sup>1</sup>, 郭亮亮<sup>2</sup>, 曹路圆<sup>1</sup>, 尹 伊<sup>1</sup>WANG Xiu-mei<sup>1\*</sup>, ZHAO Yu-bo<sup>1</sup>, GUO Liang-liang<sup>2</sup>, CAO Lu-yuan<sup>1</sup>, YIN Yi<sup>1</sup>

(1.北京机械工业自动化研究所有限公司, 北京 100120;

2.北自所(常州)科技发展有限公司, 常州 213012)

**摘 要:** 盐业生产企业在盐业体制改革后, 面临产销一体化带来的系列问题。盐产品的包装作为生产过程非常关键的一个环节, 直接关系到盐业生产企业流程优化、订单交付、产品追溯等。本文从盐业行业特点、盐产品包装生产线实际需求出发, 给出了盐业包装生产线MES系统建设的要点及解决方案。

**关键词:** MES; 盐业; 包装生产线

**中图分类号:** TP391

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1009-0134(2021)12-097-04

## 0 引言

2016年, 国务院印发了《盐业体制改革方案》, 备受各方关注的盐业体制改革拉开序幕。盐业改革及食盐专营制度的取消, 使得盐矿和生产加工企业和行业准入放开之后将拥有销售权, 可以建立自主品牌, 直接决定生产规模, 并实行直接经营。通过接触终端市场, 建立更符合市场需求的产品。盐业生产厂家进入流通领域, 产销一体化给长期处于产销分离状态下企业的经营管理模式及生产模式带来了巨大挑战, 能否抓住盐业体制改革契机, 率先解决产销一体化带来的一系列问题, 尽快实现全产业链布局, 抢得先机。成为盐业生产企业能否保持优势, 在新一轮竞争中胜出的关键。

工业上用海水晒盐或用净化后的矿井盐卤、盐湖水煮盐, 利用高温析硝, 低温析盐的原理, 将母液中的盐、硝进行分离, 结晶后经过脱水、干燥等一系列过程生成不同盐种产品, 再根据市场需求, 至包装线或包装厂进行分包。盐业产品的加工工艺通常包括制卤、制盐、包装, 工艺流程相对统一。生产模式属于少品种, 大批量, 按照销售订单及市场预测组织生产。生产的特点是连续性生产, 产品品种相对固定, 生产准备条件多, 质量要求高。产品包装包括小包装、大包装、海包、吨袋、散盐等多种规格。包装材料种类多, 需要企业多部门业务协同。盐业产品的加工工艺通常包括制卤、制盐、包装, 工艺流程相对统一。包装是盐产品加工的最后一道工艺, 也是非常关键的生产环节。因此, 本文就MES系统在盐业包装生产线上的应用, 以及在产销一体化模式下, 对改善企业生产和销售协同中的作用进行论述。

## 1 盐业产销一体化模式下对MES的需求

## 1.1 盐业生产业务流程

## 1) 盐业生产业务流程

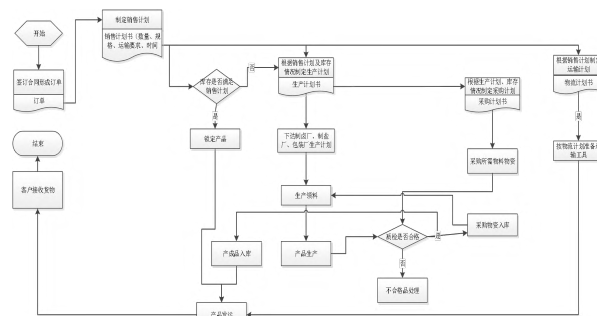


图1 盐业生产业务流程

如图1所示, 盐业生产业务由销售订单驱动, 首先根据销售订单制定销售计划, 再结合现有库存制定生产计划和运输计划, 同时锁定相应产品库存。根据生产计划制定物资材料采购计划。生产计划分解为制卤厂、制盐厂、包装厂生产计划, 各厂按计划组织生产。产品在包装厂包装最终生成盐种成品, 质检合格产品发运给客户, 销售订单完成。

## 2) 盐业包装业务流程

如图2所示, 包装是盐业生产的最后环节, 包装厂接收到根据盐种销售周计划制定的盐种包装周计划, 将其分解为每日包装计划, 日计划可按实际需求进行调整, 同时包装辅材库及制盐厂按需提供生产物料, 班组按审核后的日包装计划组织生产, 完成盐种包装任务后, 产成品入

收稿日期: 2020-05-07

作者简介: 王秀梅(1975-), 女, 黑龙江人, 工程师, 硕士, 主要从事MES市场技术支持相关工作。

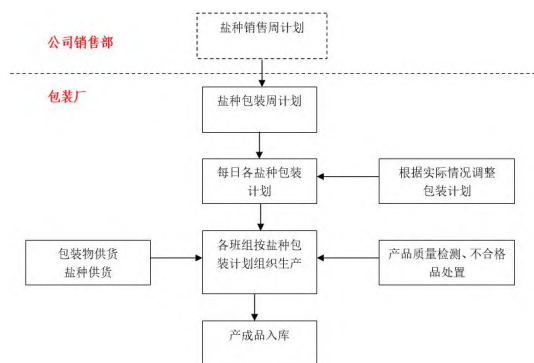


图2 盐业包装业务流程

库。包装计划完成，同时也标志着盐种生产计划的完成。

## 1.2 产销一体化对盐业生产的影响

盐业体制改革将盐产品的定点生产和批发专营模式，转换为产销一体化模式，给盐业生产企业的生产模式带来很大的挑战。在销售环节，销售业务员接到订单，上报汇总计划员。计划员通过查询成品库存、查询包装物库存，再以文本编辑方式形成盐种需求计划。计划下达后，频繁以电话或现场确认的方式落实生产进度情况。生产完毕后，核实成品入库数量、质量状况，并落实物流情况。在生产调度环节，生产调度人员依盐种需求计划形成纸质的生产作业计划，纸质计划分别发给包装厂、质量部门，然后以电话方式询问计划落实安排情况。对产线当前产能情况、计划进度情况等相关数据获取，频繁使用内线电话和微信等方式。在排定生产计划环节，计划排产人员通过核实库存情况、包装物情况、设备情况、人员出勤情况等，根据以往经验生成纸质排产表。

盐业生产过程存在的问题产生的原因在于销售计划的制定不准确，主要原因是仓储的实际库存获取不准确，产线的生产能力无法确定，缺乏较好的产销协调机制；产成品和原材料的库存不准确，没有实时的获取出入库数据；生产计划书的下达不准确，完全复制销售计划，缺乏较好的产销协调机制；生产计划的完成情况不清楚，完全靠人工排产，生产的产成品没有对应生产计划，生产计划的完成情况没有跟踪，无法形成对销售计划的响应闭环，生产过程数据采集不完整、不准确，导致成品盐的精准追溯也很难做到。

## 1.3 盐业包装过程对MES的需求分析

MES是面向生产过程的信息化管控系统，除了将生产全流程的业务管控纳入MES中，实现生产过程的信息化与产线自动化相互融合，更可以解决前述提到的盐业企业产销一体化所带来的问题，即产销矛盾。通过MES系统实现与WMS集成，根据实际需要及权限，向计划员及各级管理人员敞开实时的库存数据、产线的生产能力数据；向各级调度员放开产线情况数据和仓储库存数据，引入新的产销

协调机制，大幅提升生产计划和销售计划的下达准确率。通过MES系统的自动排产功能，实现产成品的生产与生产计划完全对应，形成生产与销售的响应闭环，为销售计划的执行提供准确数据，最大幅度的提升计划准确率，为灵活响应市场机制，及时调整产品生产结构提供重要依据。通过MES系统的数据采集功能，实现与现场设备互联，采集设备运行数据，实现设备工况、使用效率的准确数据，从而提升计划排产的可执行性，为产品追溯提供。

## 2 盐业包装生产线MES解决方案

### 2.1 总体设计思路

建设MES信息平台，建立以销售订单为驱动，以MES系统为核心的生产过程管理机制。将包装业务流程植入MES系统，优化业务及包装作业管控流程。打通数据流，打通信息流，建立快速统一的沟通渠道。通过与ERP、WMS的系统集成，实现盐业包装生产过程信息流有效集成，实现管理及生产管控有效交互。实施计划排程，为销售计划的执行提供准确数据，最大幅度的提升计划准确率，形成生产与销售的响应闭环，全面解决产销一体化存在的问题。

### 2.2 MES实施目标

通过盐业包装过程MES系统的实施，实现管理网络、生产网络、控制网络等互连互通，信息透明共享，使业务流程更加流畅，各部门之间的沟通迅速便捷，提高工作效率，使各个车间的资源能够得到最佳配置。实现包装生产过程中的防错和流程控制、报警信息自动推送、反馈机制监督执行。系统自动触发所有相关业务动作，确保生产过程的闭环管理。实现生产、质量、设备等数据统计分析，实现不同维度、不同部门、不同层级间的信息的一体化管理。通过实时数据采集，结合MES系统的现场工作站、电子看板等功能，及时掌握生产过程人、机、料、法、环的真实状况，快速应对生产现场紧急状况，对生产作业计划、物流等进行调整并合理调度，保证生产顺利进行。实现与各业务系统的集成，保证数据的及时性、一致性和完整性，提高工作效率，避免数据孤岛。实现盐产品来源可追溯、流向可查询、风险可防范、责任可追究。为灵活响应市场机制，及时调整产品生产结构提供重要依据。

### 2.3 MES功能模块设计

基于上述讨论的盐产品包装业务中存在的问题及盐业生产过程信息管控个性化需求分析，结合MES核心功能，各功能模块设计如下：

除了MES系统常规功能外，根据盐业行业特点及企业经营管理模式，解决盐业生产过程中的痛点问题，是MES系统设计过程中应该重点关注的。产销矛盾、产品追溯是盐业生产企业当前急需解决的主要问题，因此将包装计划



图3 MES功能模块图

排产、产品识别、产品追溯、系统集成作为重点关注模块进行阐述。

通过计划排程的实施，实现均衡生产，将销售订单与生产、物流计划联动，支撑销售订单的交期答复。计划排程解决思路是在APS核心算法功能基础上，基于有限能力运算理论，构建盐种包装计划体系，实现手工计划向系统排产的模式转变。系统自动接收ERP盐种需求计划，在出产目标、优先级、瓶颈资源等条件的限定下，提供计划模拟，寻求最优的排程方案。系统提供车间能力模型的建模和配置功能，对车间产能、关键生产资源进行配置管理，作为计划排产的约束条件。系统基于包装的有限能力运算生成包装作业计划、物料需求计划、物流配送计划、资源使用计划。根据具体生产任务的优先级，综合包装生产线、重要设备等资源条件，对生产任务进行优化排产，计算出精确的时间及设备负荷，并对生产调度进行调整。当扰动事件(设备故障、日历调整等)发生时，测量扰动事件对当前的生产计划和调度的影响程度，自动或人工启动动态调度，同时提供对人工调整后的结果进行约束逻辑检查的功能，从而保证调度的结果具备良好的可执行性。在盐产品包装计划中，计划排程的输入条件包括销售订单、成品库存、辅材库存、设备产能、设备产品对应关系、实时产能、设备可用状态等。MES提供数据接口自动获取上述数据，同时支持人工录入操作。

影响APS实施的因素包括基础数据的准确性，如物料BOM、人员、设备等数据必须准确完整且无误，原则上需要ERP系统进行准确详细定义；设备数据的完整性和准确性，如设备产能、设备与生产产品类型对应关系、设备可用状态等信息的准确性；产品与辅材对应关系的准确性；成品库与辅材库库存数据的准确性。除了以上数据的准确性外，计划稳定性、计划执行力、临时插单、物料齐套性也会在一定程度上对APS的实施带来影响。

产品标识是产品追溯的基础和关键所在。为了实现成品盐的产品追溯，首先需要对成品盐的外包装进行标识，后续方便识别。根据实际追溯管理需求，小包装产品采用单件或批次管理模式，大包、海包、吨袋包装辅材可

采用批次管理方式，大包、海包、吨袋辅材采用批次管理模式。目前有以下三种产品标识方式均可实现盐业产品的标识。一种是在线自动打标贴标方式。在生产流水线上，增加自动打码、贴码设备。采用自动打印并粘贴的方式，对包装袋进行二维码标识。打码的同时，通过信息系统接口，获取当前产线正在执行的计划信息，将计划的产品信息与标签进行绑定。可通过扫描标签获取相关产品信息，实现产品信息与质量追溯。第二种由包装辅材供应商提供二维码包装。提供编码规则给供应商，由供应商按照既定的规则，在包装袋生产过程中，将二维码打印在包装袋上。在生产流水线上，增加手持扫码设备或自动扫码设备，通过信息系统接口获取当前生产线正在执行的计划信息，将计划所对应的产品类型，供应商等信息，与二维码进行绑定，实现产品信息与质量追溯。第三种模式是RFID标签模式。在包装的过程中，为包装袋悬挂RFID标签，生产线适当位置放置阅读器，阅读器识别到RFID标签，RFID标签与当前产线关联，即以产线为中心，当前计划信息、包装批次、供应商信息等与成品盐RFID标识关联，实现产品信息与质量追溯。

具备标识的产品，管理人员、生产人员、客户通过扫描产品二维码，批次码或吨袋RFID编号，可实现销售订单追溯，内容包括记录订单产品涉及的包装工艺、包装材料、包装设备、产线、工单、检验项、发货信息等；原辅料追溯内容包括记录完整的原辅料(盐种、包材)使用档案。系统支持对于原材料和辅料的正向和反向追溯；生产过程数据追溯包括盐种包装过程中设备起停状态/报警信息/主要运行参数等，还能提供按照时间维度和生产的产品种类维度进行数据分析功能，并且通过点击界面能够展示出具体的数据，可实现报表、图表的导出；质量信息追溯包括实现产品质检信息的记录功能，如筑斤信息、筑包信息、理化分样信息等。同时支持质量问题记录，生成完整的产品批次质量档案。客户追溯包括通过扫描成品盐外包装上的二维码，追溯信息，展示内容可根据客户要求定制；并提供对于产品信息按客户、时间段、班次、产品、质量问题等进行分类统计的功能。

包装过程的数据采集是MES系统的核心功能之一，通过自动或者手工录入的方式，采集产品包装过程的完整数据，形成产品档案，为产品制造过程提供可追溯性，一方面作为售后服务的依据，另一方面作为生产过程改进、业务流程改进的分析依据。数据采集内容包括包装设备工况的采集，如主要设备启停状态、健康状况主要设备故障状态或报警信息，主要设备关键工艺参数；生产信息的采集，如主要工位生产数据，如计件、工时等；产线产量数据，如班次产量、日产量等；质量信息采集，如检测工位质量信息，包括：废品数、不合格原因等，可使用批次码做质量追溯。数字化量具、理化分析仪表数据采集。数采





为了实现产销一体化,除了要考虑MES系统本身功能实现之外,还要考虑系统与系统间的集成,进行信息交互。只有在信息交互通畅的情况下,每一个系统才不至于成为信息孤岛,各个“分散”的信息系统才能集成为一个“综合性”系统。通过接口信息的交换,减少了不必要的重复录入工作,避免不同系统间信息的不一致性,使信息采集、传递、加工一气呵成,使盐业生产过程的“敏捷生产”成为可能。MES与外部信息系统建立通用标准接口,接口方式包括中间数据库、WEB SERVICE、XML等多种方式。MES与ERP系统对接,涉及如下交互数据: MES从ERP系统获取产线、工序等基础数据信息;获取销售订单及产品BOM、制造BOM等信息;获取物料主数据信息;并将订单完工信息反馈给ERP;MES从WMS获取可用库存成品、可用辅材库存、安全库存、发货信息等数据,并将已分配成品及辅材数量信息等反馈给WMS,以锁定库存数据;MES与ERP、WMS保持统一的条码规范。根据生产实际过程中各类数据交互的需要,交互方式包括按频次接收/发送数据、每天定时接收/发送数据、实时接收/发送数据、不定时(按需)读取或发送数据。

按照MES系统整体架构设计,为整个包装车间建立数据采集专用网络,同时配置实时数据库软件,以便能够快速、稳定、准确获取生产现场的各类第一手基础数据。数据采集网络设置为厂区和车间二级网络:园区级采用1000M光纤星型网络,车间级采用超五类屏蔽双绞线或根据部分车间

在机房（信息中心）设置监控计算机，实现对生产线的集中监视。计算机以图形化的方式实时动态展现生产线的各机台设备运行状况、工艺数据、警戒提示等，实时记录各种参数曲线，产生故障时能及时报警，显示故障发生的部位、时间等参数。在特殊情况下可允许对部分设备的集中控制。设置数据库服务器，并在服务器上部署实时数据库软件。用于存储采集的生产数据。接收并存储来自监控计算机的车间生产数据，进行归档、整理和存储；为用户提供报表后台数据服务；将相关生产数据传递给MES系统服务器，用于生产执行管理；接收来自MES系统服务器的数据，传达到监控计算机形成生产指令；

MES系统在盐业包装生产线上的应用，实现对盐业生产过程的计划、过程管控、质量、物料等关键因素的精准管控，使得盐产品的生产与生产计划完全对应，形成生产与销售的响应闭环，为销售计划的执行提供准确数据，最大幅度的提升计划准确率以及订单的及时交付率，灵活响应市场机制。通过MES的数据采集和数据分析功能，实现生产过程的透明化，实现盐产品来源可追溯、流向可查询、风险可防范、责任可追究，可以帮助盐企不断做优做强，为行业健康发展提供助力。

[1] 盐业体制改革[Z]. 2016.

[2] 某盐企需求分析调研报告[R]. 2018年.

[3] 某盐企MES系统解决方案[Z]. 2019年.