

# 基于精益六西格玛的大型灌装线换油提效工艺优化

许嘉华<sup>1</sup>, 刘海荣<sup>2</sup>, 张小勇<sup>1</sup>, 周万猛<sup>3</sup>, 鲁海龙<sup>1</sup>, 魏冰<sup>1</sup>

(1. 中粮工科(西安)国际工程有限公司, 西安 710082; 2. 中国储备粮管理集团有限公司 浙江分公司, 杭州 310013; 3. 重庆酉州油茶科技有限公司, 重庆 409800)

随着粮油市场经济的发展和消费者对产品需求的多样化, 粮油行业的竞争日益激烈, 尤其是食用油小包装领域。一般大型食用油加工企业的包装车间由 5 ~ 10 条自动化生产线构成, 这些生产线分别生产不同规格、不同品种的产品, 同一条生产线也可能兼容更换其他品种和规格的产品<sup>[1]</sup>。近年来, 由于多品种、小批量的订单需求日益增多, 包装车间生产流程受到不断更换油品的制约, 造成了灌装工段以外的其他工段设备停机时间长、人员闲置率高、生产计划达成率紧张、客户方面交货压力大等问题, 致使企业经济效益和社会效益明显下降。

精益六西格玛(Lean Six Sigma, LSS), 是将精益生产和六西格玛两种质量管理策略结合起来的一种方法。精益生产的核心思想是消除浪费<sup>[2]</sup>, 通过识别并消除生产过程中不产生客户所需价值的部分(例如生产过程中的报废、返修、返工等), 达到缩短生产周期, 降低生产成本, 提高生产效率等效果<sup>[3]</sup>。六西格玛最早是由美国的摩托罗拉公司于 1986 年提出的, 其核心思想是通过不断的质量提升使客户满意度达到最高, 追求完美的产品质量。经过多年的发展, 六西格玛逐渐形成以 DMAIC(定义、测量、分析、改进、控制)为解决路径, 以数据为依据的质量问题解决方法<sup>[4]</sup>。LSS 可以有效地帮助企业改善生产现状, 该方法仅在原有生产线的基础上进行微调即可找到优化方案, 其以低成本、高回报的形式为企业创造经济利益<sup>[5]</sup>, 已被广泛应用于多个行业。孙际艳等<sup>[6]</sup>对 MT 玩具制造公司注塑车间换模过程进行实地调研、数据收集和分析, 利用 LSS 优化了生产流程, 缩短了换模时间。高俊杰等<sup>[7]</sup>运用 LSS 改

进了集采药品在院使用的流程, 提高了集采药品在院使用效率, 保证了集采药品在院使用的稳定性及持续性, 一定程度上减少了医患纠纷。

本文针对大型食用油加工企业小包装车间灌装工段切换不同品种食用油时间长、效率低等问题, 聚焦生产薄弱环节, 利用 LSS 方法进行分析改善, 缩短换油时间, 优化工序流程, 以实现生产线生产能力的提升。

## 1 定义阶段

小包装车间共有 6 条生产线, 生产线流程: 吹瓶→空瓶输送线→贴标→空气洗瓶→自动计量灌装充氮封盖→瓶打码→实瓶输送线→上提环→装箱→产品称质量、检测→封箱→箱喷码→码垛→入库。吹瓶规格不变, 每条线灌装工段换油时间的快慢直接影响生产线开机率。对 SAP 系统订单信息分析发现, 多品种、小批量的订单主要集中在 L 05 生产线, 该生产线平均换油时间为 55 min, 高于车间其他各生产线品控考核规定的平均换油时间标准 40 min。因此, 选择缩短 L 05 生产线灌装工段换油时间为定义对象, 由灌装工段技术员、质量部的员工组建团队, 进行重点研究优化。

## 2 测量阶段

对 L 05 生产线灌装工段开展数据统计, 利用现场观察和视频录制, 将整个换油流程分解并确定内外部作业属性, 结果见图 1。由图 1 可知, 换油平均时间为 55 min, 外部作业平均时间为 12 min, 内部作业平均时间为 43 min。针对定义阶段缩短换油时间的要求, 结合图 1 使用帕累托图对当前影响换油工序时间(内部作业时间)的因素进行统计, 结果见图 2。从图 2 可看出, 根据二八原理以累计占比 80% 为分界线可知影响灌装工段换油时间的主要因素为冲洗油箱油嘴、处理管道、打循环。

作者简介: 许嘉华(1997), 男, 主要从事油脂工艺与设备的工作(E-mail) xu-jia-hua@foxmail.com。

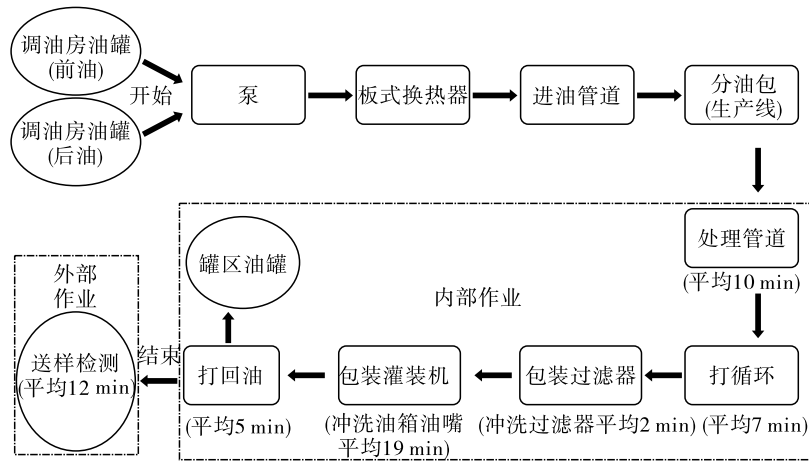


图1 灌装工段换油流程分解后内外部作业

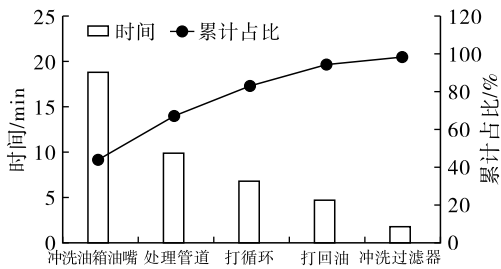


图2 灌装工段换油流程的帕累托图

### 3 分析阶段

为进一步确定可改善工序,锁定关键因素,通过头脑风暴和小组人员现场意见,将换油流程分类,将“人、机、料、法、环、测”作为输入条件,换油时间作

为输出结果,绘制“人、机、料、法、环、测”关键因素鱼骨图,结果见图3。通过权重(生产实践经验判定)和小组打分来量化关键要素,结果见表1。

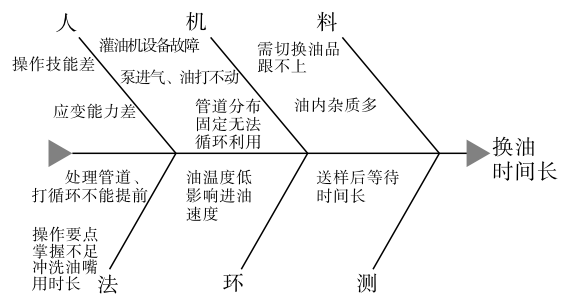


图3 影响因素鱼骨图

表1 影响因素打分结果

影响因素	打分(满分10分)				分值
	管道分布(权重10)	实施周期(权重8)	油品差异(权重3)	设备状况(权重1)	
操作技能差	4	3	6	5	87
应变能力差	4	3	1	2	69
灌油机设备故障	3	1	6	3	59
回油泵故障/功率小、打油慢	5	4	1	2	87
管道分布固定无法循环利用	9	7	3	3	158
油品跟不上	5	4	3	1	92
油内杂质多	5	3	1	7	84
冲洗油嘴用时长	3	2	6	3	67
处理管道、打循环时间长	9	9	9	9	198
操作要点掌握不足	2	3	8	5	73
油温低影响进油速度	4	3	1	2	69
送样后等待时间长	1	8	9	1	102

图3中人员操作技能,操作要点,油温,送样后等待时间,处理管道、打循环时间,冲洗油嘴用时是可控因素,人员的应变能力、设备故障、油品品质等是不可控因素。由表1可知,可控因素中处理管道、打循环时间最终得分最高(198分),考虑到其余可控因素都有标准作业程序(SOP),因此将处理管道、

打循环定位为本次精益改善的重点层面。

### 4 改进阶段

#### 4.1 内部作业转为外部作业

灌装车间管道分布固定无法循环利用,重新增加管道或者移动管道位置成本高,因此利用六何分析法(5W1H)和取消、合并、调整顺序、简化

(ECRS)原则,从优化工序流程角度进行了重点层面改善,即将处理管道(吹扫管道)、打循环步骤提前至换油之前完成。改善方案如图4所示。

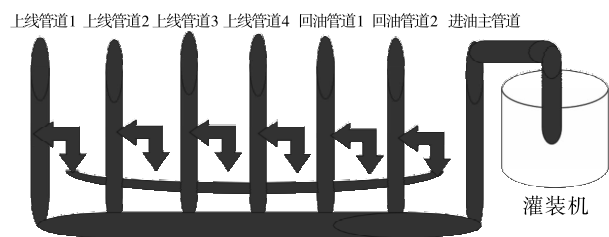


图4 改善方案

如图4所示,改善后,调油房到灌油车间的进油管道经分油包后进入不同生产线,在进油分管道(上线管道)、回油管道至进油主管道约1.00 m处各增加一个球阀。换油前,先关闭即将换油使用的上线管道1、回油管道1和进油主管道的阀门,再通过软管连接新增加的球阀来改变处理管道(吹扫管道)、打循环的方式和路径,即换油时直接处理进油主管道和灌装机即可,从而减少换油中处理管道(吹扫管道)和打循环的时间。

#### 4.2 优化外部作业

改善前,送样检测期间,生产线等候合格结果,存在生产、检测不协同的问题。通过灌装工段先开机生产,后期码垛工段隔离100件的方式,利用灌装机中的油不断冲洗管道和油嘴,一定程度上减少非同步导致的等待时间,检测完成后通知操作员和班长,判断隔离件数的油是否需要进入库房,以确保产品质量。

改善后,每次换油节约了原来的处理管道和送样检测等待时间,平均时间缩短15 min。缩短换油时间后,效益明显提升,主要体现:①财务层面,以2022年为例,全年平均切换次数350次,每次切换节约15 min,全年平均切换可节约87.5 h。财务收益=节约切换时间×人均工资×人数=87.5×(4×25+4×10)=12 250元(L05生产线平均用工人数量劳务工、正式工各4人)。②客户层面,按计划、按

时完成交货,减少客户的等待时间,提高客户满意度。③内部流程层面,切换时间缩短,生产效率提高,按时完成计划量。

#### 5 控制阶段

现场培训操作员实操时应注意的事项,杜绝违规操作带来的不良后果,并制定标准的SOP,规范作业人员现场操作流程的统一性、准确性。同时,在灌装车间应用可视化管理板,通过触屏来查看换油过程的详细信息,并在每日例会中通过数据呈现给出采取必要行动的信号,缩短问题响应时间。此外,组织相关培训并建立学习型组织,通过加强LSS的相关培训和教育,在内部形成统一的思想意识。

#### 6 结语

本文将LSS中方法和工具应用于食用油加工企业小包装车间灌装工段换油流程,采取改进措施缩短换油作业时间,实现了流程优化,提高了生产效率,使完成生产计划订单更加准时,为优化同类型以小批量、多品种的大型食用油加工企业小包装车间灌装线的换油时间奠定了一定的基础。

#### 参考文献:

- [1] 张雄. 食用油包装生产车间中控系统原理及应用[J]. 现代食品, 2019(20): 92-97.
- [2] 徐猛, 徐尚. 精益六西格玛方法论概况[J]. 机械工业标准化与质量, 2020(11): 33-36.
- [3] 陈钰豪. 基于精益生产的方法分析汽车车桥的产能瓶颈[J]. 佳木斯大学学报, 2015, 33(4): 548-551.
- [4] 郑思龙, 殷志东, 黄晓云, 等. 基于精益六西格玛的一次性胆道镜光纤生产质量改善[J]. 机械工程师, 2023(11): 99-101, 105.
- [5] 高怀柳, 欧淑, 蒙颖莹. 基于价值流的SMT贴片生产车间流程优化[J]. 产业创新研究, 2024(2): 121-123.
- [6] 孙际艳, 袁亮, 肖文东, 等. 基于精益DMAIC的换模过程优化研究[J]. 价值工程, 2023(30): 39-41.
- [7] 高俊杰, 万盟, 徐泽月, 等. 精益六西格玛管理在优化集采药品完成时间中的应用[J]. 临床合理用药, 2024, 17(1): 150-153.