

BF 公司 L6 生产线快速换型效率改善分析

马如宏,董晓慧,张溪红,孙凯南
(盐城工学院 机械工程学院,江苏 盐城 224002)

摘要:针对 BF 公司 L6 生产线快速换型流程中的换料效率低、预装工位待料频繁问题,基于精益生产思想中的快速换型理论,采用价值流图析、意大利面条图等方法,通过设计工位物料清单来缩减换料时间,提升换料效率;通过设计换型信息提示灯来优化换型信息流;通过设计新的料架,减少工序调整的换型时间,并对现有快速换型流程进行优化,使整个换型效率得到很大提升。L6 生产线评价结果显示,采用新的方法,不同系列产品 175D0、38100 的换型时间从 17.9 min 缩减至 6.2 min,换型效率提升了 65.4%。

关键词:快速换型;精益生产;价值流图析

中图分类号:TG30 **文献标识码:**A **文章编号:**1671-5322(2017)03-0041-07

近年来,顾客对产品的需求日趋多样化、个性化,企业生产方式也逐渐从大批量生产转变为“多品种小批量”生产^[1]。然而多品种小批量生产产品的类型较多,换型次数随之增加,不仅浪费严重,生产效率也急剧下降。为解决该问题,日本的 Shigeo Shingo 博士提出了快速换型技术,该技术的应用使丰田公司产品的换型时间由 4h 缩短为 3 min^[2]。之后,学者对此进行了大量的研究,Ulutas^[3]认为,在使用快速换型方法区分内外部换型时间,并且优化内部换型时间时,应该从换型相关人员的安全性以及人因工程学的原理来对换型过程进行分析;Karasu 等^[4]在传统快速换型的基础上,运用田口设计方法优化了注塑生产线换型调试参数,通过缩减试生产时间、减少过分依赖换型相关人员的经验,来进一步减少换型时间;Lingayat 等^[5]通过对产品的作业工具及流程进行重新设计来减少快速换型中的非增值活动;Mendez 等^[6]通过使用快速换型技术,在实际的互连轴生产过程中减少安装时间,通过生产和指标分析及时间研究,证明了 SMED 在减少启动时间和机械微调方面的有效性。随着快速换型技术的应用,很多大企业的产品换型时间已经缩减至 1 min 以内,几乎达到了瞬间切换阶段。

BF 公司主要生产各种类型的切割机,产品大

部分远销国外。由于多品种小批量的订单趋向于正常化,BF 公司虽已建立了快速换型的流程,但是整体的换型效率还不能满足生产的要求。本文针对 BF 公司产品快速换型问题进行详细研究,探讨如何利用快速换型理论提高产品的换型效率,从而提高公司竞争力。

1 BF 公司快速换型分析

1.1 L6 线体布局分析

BF 公司共有 8 条生产线,但换型频率最高的是 L6 生产线。目前 L6 生产线有两大系列 38 种机型,同系列产品与不同系列产品间的换型时间如图 1 所示。

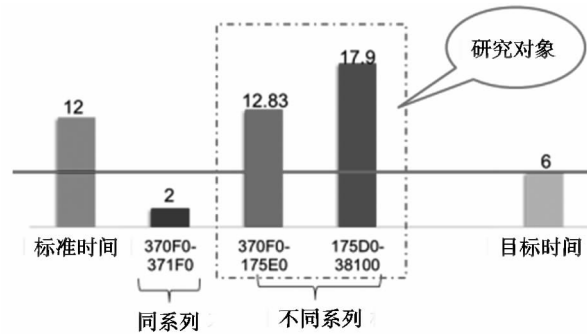


图 1 实际换型时间
Fig.1 Time of rapid change

由图 1 可知,同系列产品间的换型时间较短,不同系列产品间的换型时间较长。所以本文以不同系列 175D0、38100 间的换型为研究对象。

L6 线体是一个 U 型线体,不同系列间换型时,需要调试的自动化机器 4 台,产品流动方向如图 2 所示。在换型过程中,物料人员在线体外围

给每个工位上料,线内操作人员则在对面的料架上拿料;第 10、11、12 工位(图 2 工序调整工位)在线体内摆放了 3 个大料架和 1 个自动供螺母装置,造成线体内部空间不足,操作人员在线体内走动极其不便。

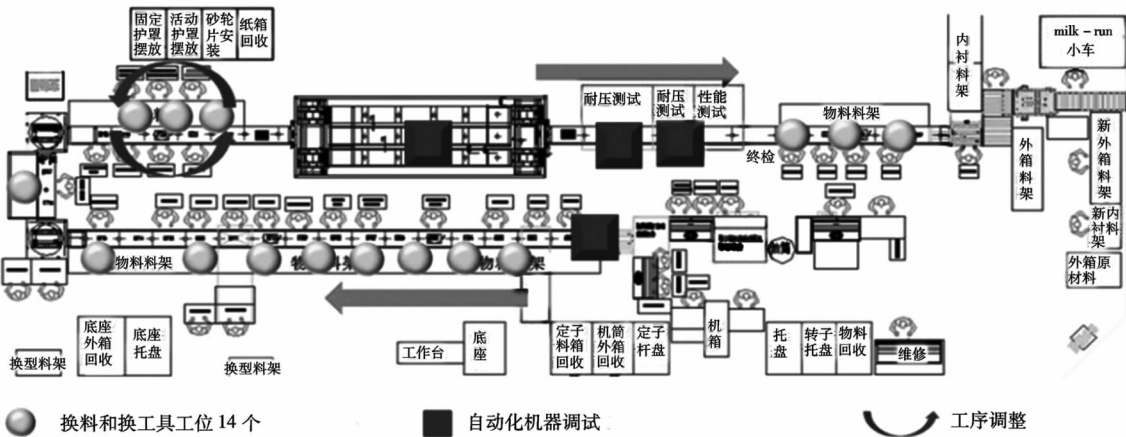


图 2 L6 线体布局

Fig. 2 L6 line layout

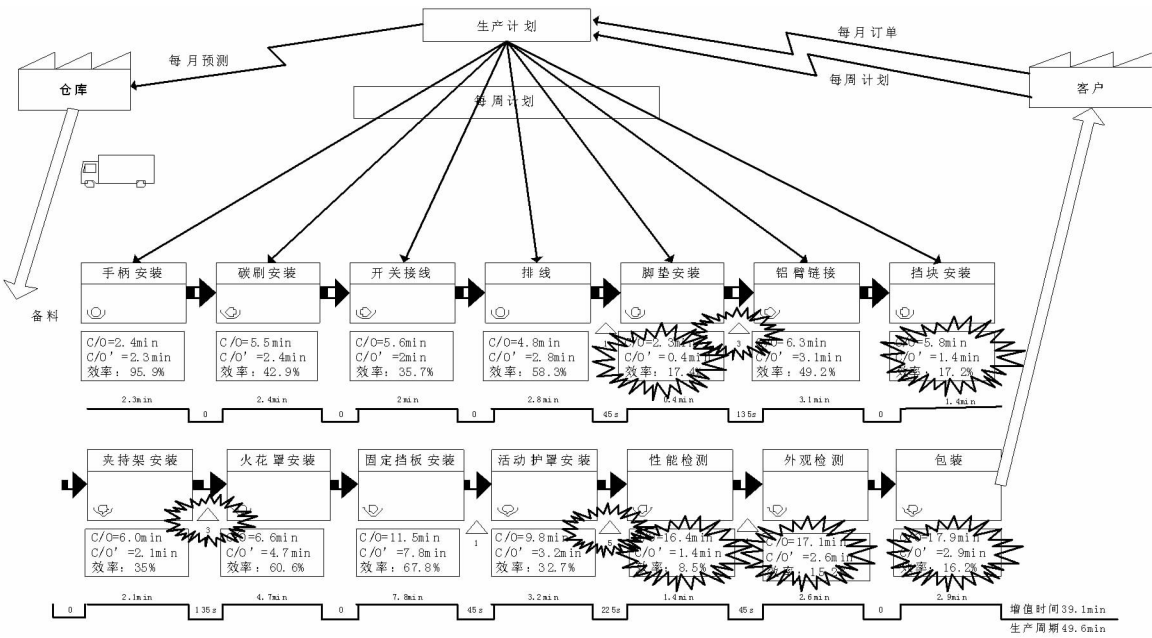


图 3 改善前价值流程图

Fig. 3 The flow chart of value before improving

1.2 快速换型流程分析

现有换型流程常常存在以下问题:(1)换型前,由于物料人员对物料数量盘点错误,导致换型时未及时收到要更换的物料,造成铝臂链接工位

缺料;(2)换型时,物料人员给各工位准备的物料存在顺序混乱和备错料的情况;(3)铝臂链接工位和火花罩安装工位在换型时出现物料待料的情况;(4)维修人员换型后的部分工作内容(搬走更

换下来的工具、工装、检具以及作业指导书等)在换型时进行。

为深入研究,通过秒表法和影像分析对生产线上需要换料的14个工位的换型时间进行测定,绘制价值流程图如图3所示。经分析可以看出,换型过程主要存在以下3个问题。

(1)物料员换料顺序混乱和换错料导致有效换型时间不符需求的换型节拍时间2 min。

(2)在铝臂链接工位和火花罩安装工位由于物料待料导致库存浪费,浪费时间均为135 s。

(3)脚垫安装工位存在底座缺料问题,导致换型效率较低,换型效率只有17.4%。

2 快速换型改善方案设计与实施

2.1 改善换料效率

改善前:通过录像的办法观测到不同系列175D0、38100间的换型过程中,因换料顺序混乱影响换型时间2.1 min,因换错料影响换型时间0.5 min。

改善方案:设计工位物料清单如图4所示。将其做成A5大小,装在A5硬胶套里,用铁环挂在料架前后,供物料人员换料、维修人员换工装工具及调试枪批、线上人员核对换型物料时使用。

碳刷安装			GCO Platform		工位物料清单	
NO	物料名称	料号	用量	枪批	扭力(N.m)	设备、工具、工装
1	把手	1609B03614	1			所有机型
2	自攻螺钉	1609B02356	4	寄式螺丝起	1.0-1.2	所有机型
3	碳刷(银色)	1604321126	1			寄头工具
4	碳刷(金色)	1604321125	1			尖嘴钳
5	碳刷(银色)	1604321118	1			寄头工具
6	碳刷(金色)	1604321117	1			尖嘴钳
7						

图4 工位物料清单
Fig.4 Workplace BOM

改善后:通过录像直接观测到物料人员因换料顺序混乱影响的换型时间从2.1 min降为0,因换错料影响的换型时间从0.5 min降为0,改善效果明显。

改善前后对比图如图5所示。

2.2 改善待料工位:信息流优化

改善前:在换型前,运用5W1H法对待料问题进行提问,如表1所示。

由表1可以看出,物料员对底座预装工位和护罩预装工位的信息通知会出现中断的情况,影响换型时间2 min。

改善方案:设计换型信息提示灯,分别装在总

Table 1 Question and answer table for awaiting materiel problem	
问 题	答 案
有哪些工位存在待料的问题	底座预装工位和护罩预装工位
待料工位信息通知方式	换型前物料人员清点线上剩余老产品数量,然后分别通知待料工位还需多久开始换型,为了保证数量的正确性,一般要数2-3遍
待料工位为什么会待料	物料人员过忙不能及时通知或者忘记
待料次数多吗	多
由于待料影响的换型时间是多少	2分钟

装线第1个工位、底座预装工位和护罩预装工位。总装线第1个工位有通知按钮,换型工装板在第1个工位投放时,该工位工人按下通知按钮,底座预装工位和护罩预装工位收到换型信息后,开始准备换型。换型信息灯如图6所示。

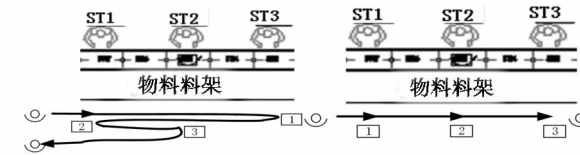


图5 快速换料改善前后对比
Fig.5 Comparison of quick refueling before and after improvement

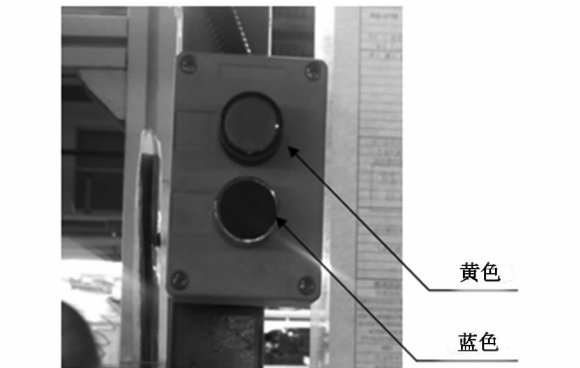


图6 换型信息灯
Fig.6 Change type information lamp

改善后:物料控制的信息流由人工传递方式改为自动通知信息的方式,预装工位待料影响的换型时间从2 min缩减为0,改善效果明显。改善前后对比如图7所示。

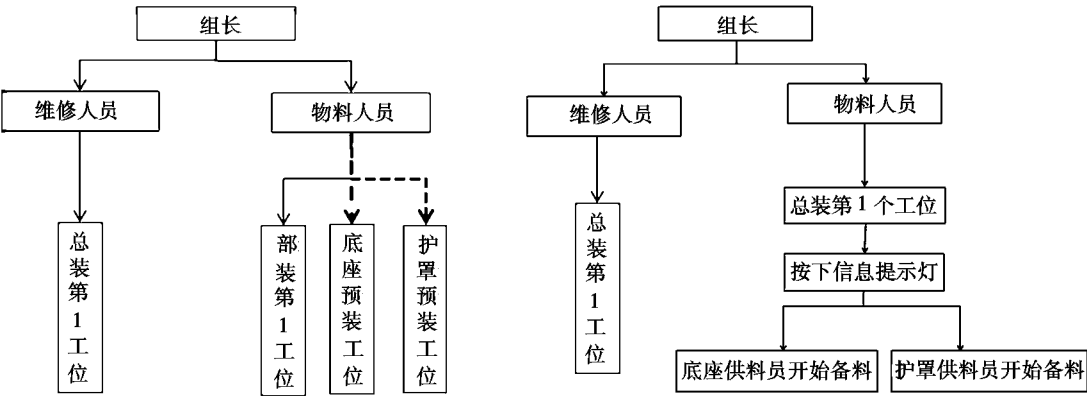


图 7 信息通知改善前后对比
Fig. 7 Comparison of information notification before and after improvement



图 8 现场料架图
Fig. 8 Materiel shelf photograph at the scene

2.3 料架改进方案设计

换型时有工序调整的工位是 10、11、12 工位, 现场料架图如图 8 所示。

改进前:料架 1~3 位置如图 9 所示。工作过程中料架 1 需要移动到左下方位置,料架 2 需要

和自动供螺母装置互换,3 个员工都需要到大料架 3 寻找并更换自己的换型物料,从而在第 10、11、12 工位产生换料和调整的时间,分别是 2 min、5.6 min、2.3 min。

改进方案:在考虑线体空间及工人意见的基础上结合人因工程学原理与现场 5S 管理,对工位 10、11、12 重新规划设计料架,将每个工人所需的物料放置在线外的物料料架上,自动供螺母装置也放在线外的料架上,如图 10 所示。

改善后:去除线体内 2 个小料架,把大料架按定量方式缩小,换料时只需要推动自动供螺母装置即可。改善后线体布局效果图如图 11 所示。改善后消除了料架与自动供螺母设备的搬移动作;减少了各工位的找料时间;操作更加方便,不需要转身;减少了 U 型线内部的空间等。运用 MOD 法对改善后的瓶颈工位位置调整及自动供螺母装置移动进行分析,结果显示换型时间从 12.8 min 减少到 9.1 min,缩减换型时间 3.7 min。

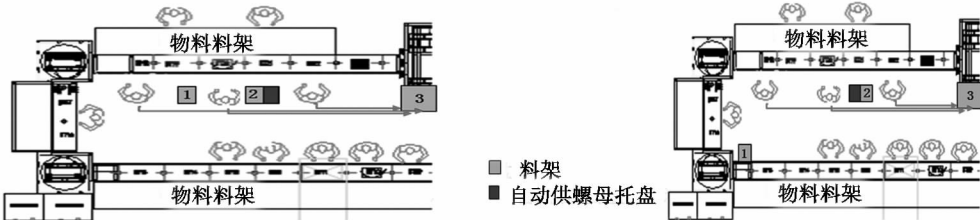


图 9 换型时料架移动情况图
Fig. 9 Movement chart of materiel shelf during changeover time

2.4 快速换型流程优化

优化后的流程如图 12 所示。在优化后的流程中,维修技工的调试枪批并确认工作要跟随工

装板进行;物料员提前 2 h 对物料盘点的工作已取消,取而代之的是物料员在计算机上核对一下物料的信息,同时,物料员整理出换型物料清单并

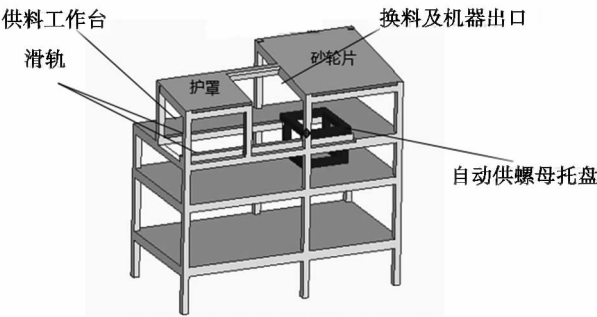


图 10 改进料架图
Fig. 10 Improved material shelf drawing

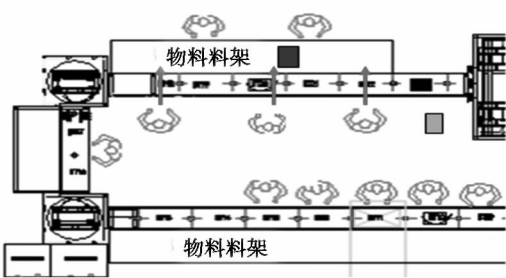


图 11 改进后线体布局图
Fig. 11 The improved line layout

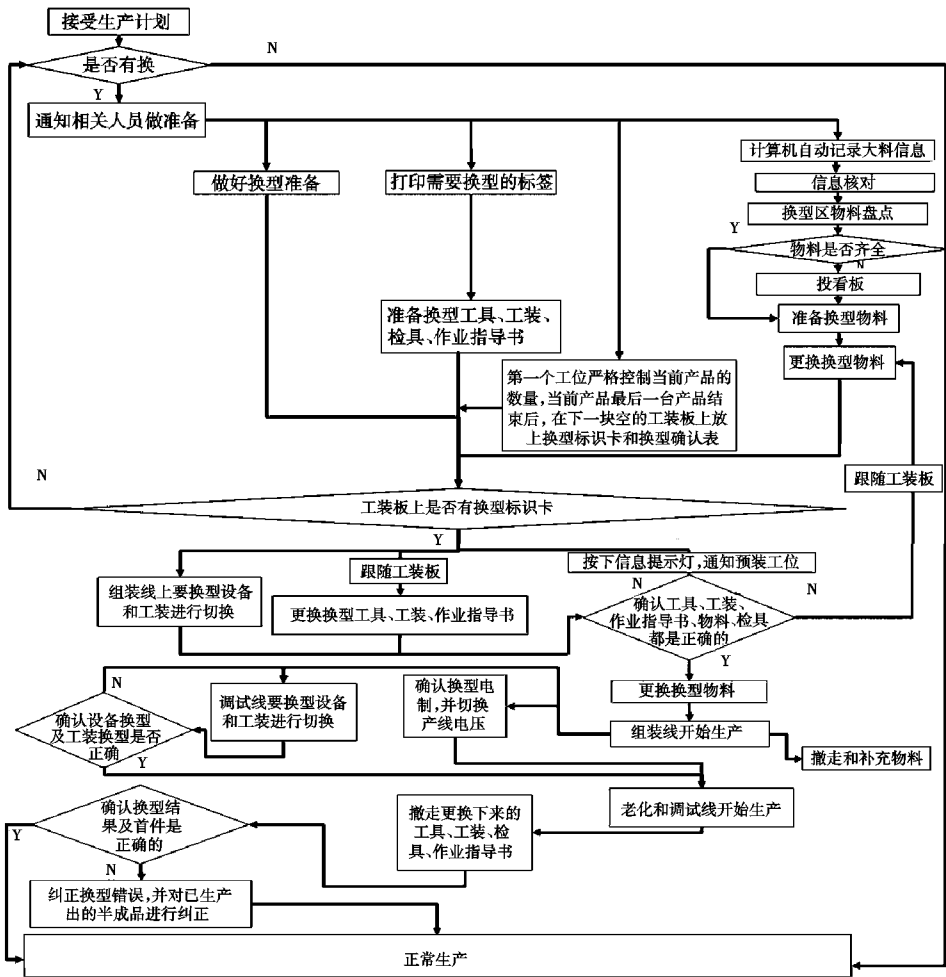


图 12 优化后的快速换型流程
Fig. 12 Optimized Rapid Change Process

投放看板的工作也已取消,取而代之的是物料员核对物料清单并投放看板;总装线的第 1 个工位增加了 1 个按下信息提示灯通知预装工位开始换型的工作,所有工人对物料进行清点并确认的工作都要跟随工装板进行。

3 改善效果评价与分析

3.1 改善方案效果分析

经过快速换料效率提升改善、待料工位信息流优化、工装改进设计以及快速换型流程优化后,不同系列 175D0、38100 的换型时间从 17.9 min 缩减至 6.2 min,节省了 11.7 min,效率提升了

65.4%,改善效果非常明显。

上述两种产品快速换型时间的改善前后数据对比如表 2 所示。

3.2 改善方案原因分析

改善后的价值流程图如图 13 所示。由图 13 可以看出：

表 2 快速换型改善前后数据对比

Table 1	Data comparison of SMED before and after the improvement		min
事 项	改善前	改善后	节省换型时间
找料时间	3	0.5	2.5
换料时间	2.6	0	2.6
工序调整工位时间	4.8	1.1	3.7
工位待料时间	2	0	2
工具摆放到位时间	0.8(偶然发生)	0	0.8(偶然发生)
大件物料盘点时间	—	—	—
流程优化及 SOP	—	—	0.9
总换型时间合计(去除偶然)	17.9	6.2	11.7
换型效率	提升 65.4%		

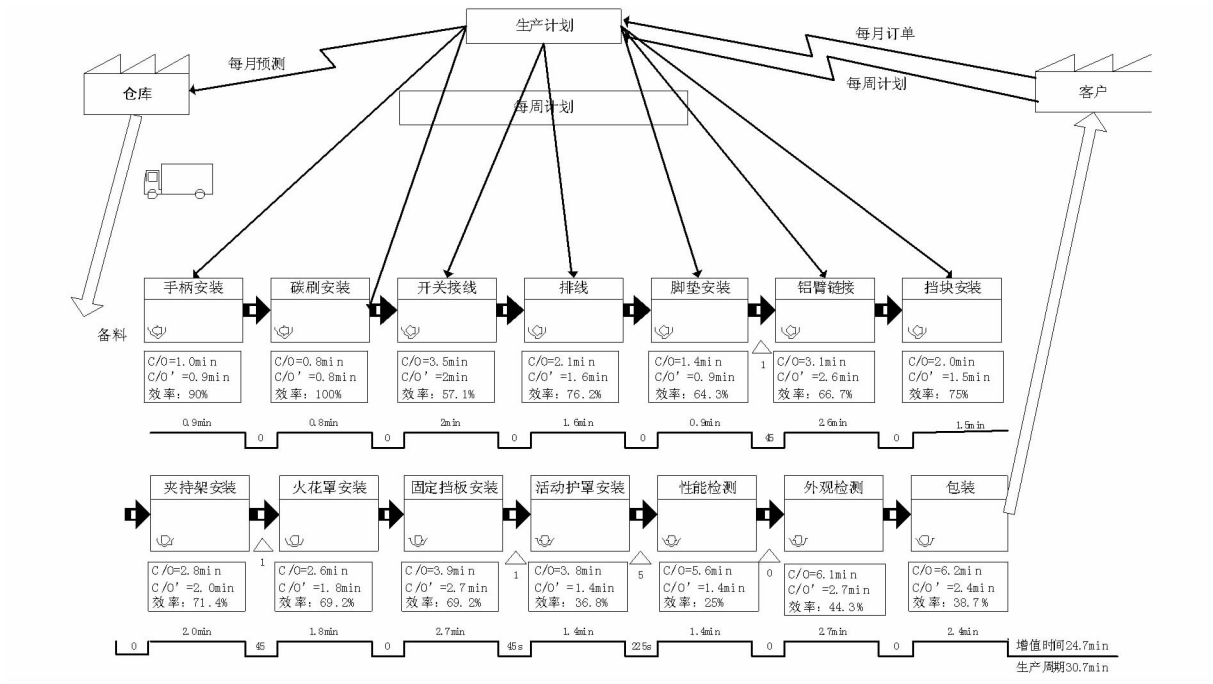


图 13 改善后价值流程图
Fig. 13 The improved flow chart of valu

- (1) 消除了物料待料的问题,工位间的库存减少了 6 个,产品的生产周期降低至 30.7 min;
- (2) 消除了由于缺料而引起的等待浪费,平均有效换型效率由 29.2% 提高到 55.0%,提高了 25.8% ;
- (3) 规定了物料员的换料流程,减少了换型时的动作浪费,降低了有效换型时间,使大部分工位的有效换型时间接近于客户需求的换型节拍时

间 2 min。

4 结论

通过对 BF 公司生产线快速换型流程的 detailed 分析,找出快速换型流程中存在的问题,提出相应的改进措施,并对换型流程进行优化,使其快速换型效率得到很大提升。

(1) 从 BF 公司快速换型现有流程入手,用价

值流程图的方法找出 L6 生产线快速换型流程中存在的问题;

(2)针对找出的问题,设计了工位物料清单,将换料顺序混乱以及换错料的时间从 2.6 min 缩减为 0 min,节省换型时间 2.6 min;

(3)增加了换型信息提示灯,将由于待料影响的换型时间从 2 min 缩减为 0 min,节省换型时间 2 min。

(4)设计了只需要推动自动供螺母装置的料

架,使换型时间从 12.8 min 减少到 9.1 min,缩减换型时间 3.7 min。

总之,通过对 BF 公司生产线快速换型流程的详细分析,根据其存在的问题运用精益思想中的快速换型、均衡生产等理论与方法对 L6 生产线进行优化,使其快速换型效率提升了 65.4%。将该生产线快速换型流程的优化推广至公司其余 7 线,效果也相当不错,这对其他制造型企业流水线生产的流程优化具有一定的借鉴意义。

参考文献:

[1] 耿娜静. 多品种小批量制造企业 SS 公司供应链管理研究[D]. 北京:中央民族大学,2016.

[2] 路士利,鲁建厦,江敏芳. 精益生产中的快速换模技术研究[J]. 轻工机械, 2006,24(4):91-93.

[3] UIUTAS B. An application of SMED methodology[J]. World Academy of Science Engineering & Technology, 2011(79): 100.

[4] KARASU M K, Cakmakci M, Cakiroglu M B, et al. Improvement of changeover times via Taguchi empowered SMED/case study on injection molding production[J]. Measurement, 2014, 47(1):741-748.

[5] LINGAYAT S S, Vasani R S, Kulkarni G, et al. Optimization of product, tool & process design concept through SMED technique[C]//International Conference on Technologies for Sustainable Development. IEEE, 2015:1-6.

[6] MENDEZ J D M, Rodríguez R S. Set-up reduction in an interconnection axle manufacturing cell using SMED[J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2016,84(9):1 907-1 916.

[7] 迈克·鲁斯,约翰·舒克. 价值流图析:增加价值,消除浪费[M]. 杜宏生,译. 北京:人民交通出版社,1999.

[8] 刘菲. H 公司精益快速换线方案的设计与评价[D]. 杭州:浙江理工大学,2016.

Research on the Efficiency Improvement of
SMED in BF's Production Line

MA Ruhong, DONG Xiaohui, ZHANG Xihong, SUN Kainan

(School of Mechanical Engineering, Yancheng Institute of Technology, Yancheng Jiangsu 224051, China)

Abstract: Aim at the problems in the L6 production line of BF company such as the low efficiency of refueling and the frequent replacement of the pre-installed station, based on the theory of SMED in lean production, by using the value stream mapping, spaghetti diagram method, the change type information lamp is designed to optimize the change information flow. Through the design of new material rack, the changeover time of process adjustment is reduced. And through the optimization of the existing SMED process, the whole change efficiency has been greatly improved. L6 production line evaluation results show that by using new methods, the changeover time of different series products such as 175D0 and 38100 is reduced from 17.9min to 6.2 min, and the transfer efficiency is increased by 65.4%.

Keywords: SMED; Lean Production; Value Stream Mapping

(责任编辑:李华云)