

基于价值流图析的生产线连续流创建

董博文¹, 王有远²

(南昌航空大学 1. 经济管理学院; 2. 工业工程研究所, 南昌 330063)

摘要:针对 M 企业 A 生产线在制品积压、交付周期长等问题,通过现状价值流图分析其原因,提出在考虑改善效益大于投入成本的条件下,选择合适的自动化水平,以克服物料供应不及时、工艺特性等制约因素。从工艺流程、布局、工装等方面进行改善并绘制未来价值流图,创建生产线连续流。生产线连续流创建后,生产周期缩短了 13 天、搬运距离减少 41 m、车间面积节省约 168 m²、作业人数减少 6 人,为企业降本增效打下了坚实基础。

关键词:连续流;价值流图析;精益生产;转型升级

中图分类号:TP273 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2018)01-0112-05

中国制造业在经历了黄金发展期之后,发展遇到了困境,传统的大批量生产方式已经适应不了激烈的市场竞争,向多品种小批量的生产方式转变是必然趋势,企业进行管理升级势在必行。新时期中国制造业面临转型升级的关键时刻,实行精益管理创新势在必行,是我国经济发展新常态的必然要求^[1]。

企业要进行精益管理创新,首先需要导入精益生产,而连续流是一个很好的切入点。MILTENBURG J^[2]通过建立数学模型来设计一个流生产系统,并利用整数线性规划、动态规划方法进行求解;蒋美仙等^[3]针对我国机械制造业在实施单件流的过程中存在的问题提出相应的处理对策,为连续流的创建提供了参考;DEAN P R 等^[4]通过信息系统配合单件流生产方式,实现大规模定制的单件生产;Li S G 等^[5]建立了一个多目标设计模型,采用模糊蚁群优化算法进行求解,设计单件流生产系统;张世良等^[6]结合单元生产,选择一些功能简单、小型化的设备、重新布局、物流设计、生产线平衡、单元化班组等构建一个流生产;Yang H 等^[7]提出数据驱动连续流模型,运用系统动力学求解来创建连续流;徐文杰等^[8]通过工时测定、工序内作业单元拆分、布局调整、消除瓶颈、全工序流动等方法实现精益连续流改善;石晓磊等^[9]通过价值流图、线平衡、作业标准化、工艺优化以及物料布局调整等方法来创建连续流。

以上研究者通过建立数学模型或使用管理技术来设计连续流生产系统,但均没有考虑成本问题,虽然创建的连续流能够满足要求,但需要一定的成本投

入。本文针对 M 企业 A 生产线的实际,提出了在考虑改善效益大于投入成本的条件下,选择合适的自动化水平,来创建生产线连续流。

1 生产线现状及问题分析

1.1 生产现状

M 企业主要生产文具,近期因为满足不了客户要求的交付期导致订单不断减少,同时企业资金周转开始出现问题。企业意识到问题后,计划以生产线连续流创建作为切入点,推进精益生产。

M 企业生产情况以及存在的问题如下:

2016 年,A 生产线所在车间半成品金额趋势相对平稳,但资金占用较大,最低是 9 月份的 30 万元,最高是 11 月份的 63 万元;在 2017 年中,在制品金额最低为 21 万元,最高达到 58 万元,而且从 6 月份开始,在制品金额呈现上升趋势,这与 M 企业达不到客户要求交付周期的现象相对应,因为达不到交付周期的要求,M 企业只能不断增加库存来应付客户要求,进而使半成品库存不断增加。

A 生产线主要生产笔记本产品,产品主要由外壳和内页两部分组成,关键工序为制壳、移衬(贴衬纸、贴 CD 袋)及上胶,从现场状况来看,这几个工序存在大量在制品,属于瓶颈工序。

同时 A 生产线存在物料供应不及时的严重问题,物料供应不稳定,此外,由于产品工艺特性,在移衬工序之后需要进行暂存,使产品过胶之后能自然干燥,这直接导致在制品的积压,工序产生断点。

收稿日期:2017-09-29

作者简介:董博文(1996—),男,江西抚州人,南昌航空大学经济管理学院,2013 级工业工程专业本科生;通讯作者:王有远(1965—),江西南昌人,南昌航空大学工业工程研究所,教授,博士,研究方向:精益生产、智能制造等。

1.2 绘制现状价值流图

通过对 A 生产线的现场调研,按照产品工艺流

程,收集各工序作业人数、周期时间(C/T)、在制品数(WIP)等数据,绘制出现状价值流图如图 1 所示。

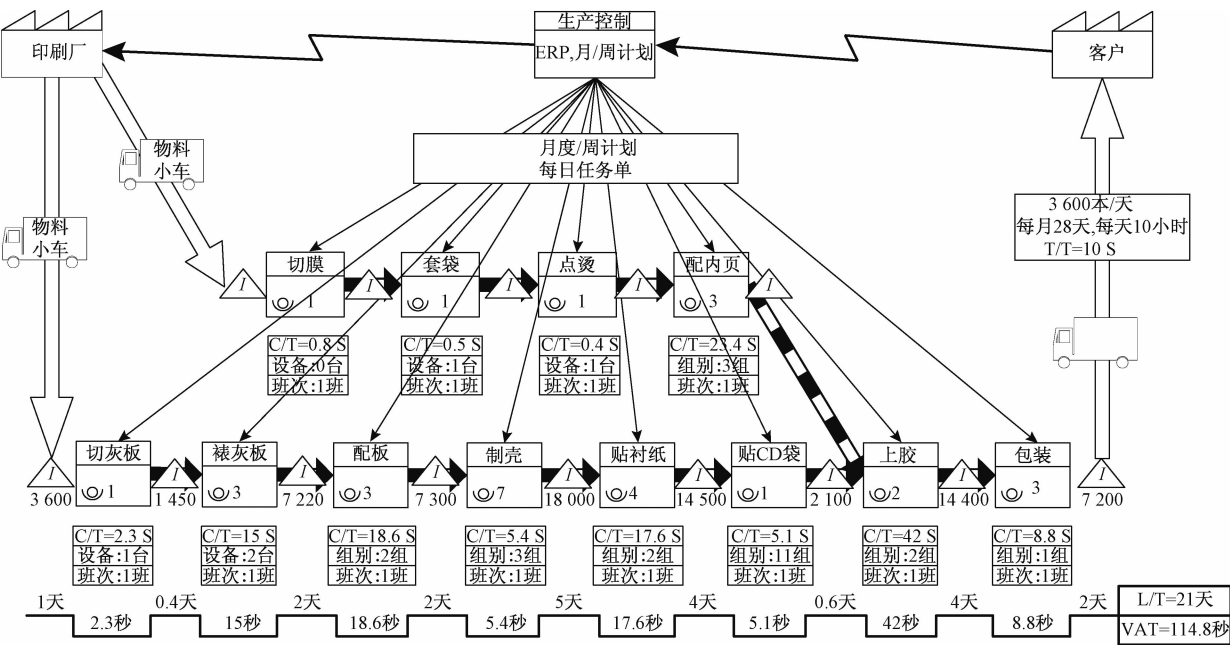


图 1 现状价值流图

1.3 问题分析

现状价值流图中笔记本产品从原材料入库到完成成品周期时间为 21 天,这个过程中增值时间仅为 114.8 秒,增值比仅为 0.006%,产品制造周期长、制造增值比低。从图 1 中可以看出,A 生产线存在以下问题:

- 1)信息流传递不畅。生产计划复杂,以计划安排各工序生产,工序之间缺乏协调,信息没有相互流通;
- 2)在制品大量积压。各工序之间存在大量的在制品积压,占用大量资金;
- 3)生产周期长。由于在制品库存较多,存放时间长,导致整个生产周期变长,达 21 天。

此外,A 生产线整体布局为机群式布局,相同类型设备放在一起,存在物料搬运距离长、物流路径交叉等问题,导致在制品堆积,交付周期变长。

2 绘制未来价值流图

根据精益原则,结合 M 企业物料供应不及时、工艺特性的制约因素,从工艺流程、自动化水平、布局、工装等方面进行优化。

2.1 工艺流程优化

在现场改善中,消除浪费常用的方法是工业工程(IE)方法,采用 ECRS 原则,对主要工艺流程进行优化。工艺作业单元分解及相应的操作人数如表 1 所示。

表 1 工艺作业单元分解及作业人数

工序	单元	人数	工序	单元	人数
制壳	过胶	1	贴 CD 袋	贴 CD 袋	1
	放灰板	2	配内页	配内页	3
	包边	3	上胶	放内页	1
	压平	1		放封面	1
移衬	过胶	1	包装	取隔板	1
	铺衬纸	2		翻本放日期纸	1
	压平	1		打包	1

改善优化如下:

- 1)对于制壳和移衬工序中的压平工序单元,发现两次压平没有必要,只需保留最后一次压平即可,因此进行取消合并操作,取消制壳中的压平,合并到移衬中的压平工序单元;
- 2)放灰板操作有 2 人,效率不高,存在等待现象,可以改为 1 人,即可满足节拍;
- 3)在移衬中,原来是一个人过胶,之后传递给两个人进行铺衬纸,可以进行简化,一个人负责过胶和铺衬纸,另一个人负责铺衬纸,将操作人数从 3 人减为 2 人。

通过以上简单的优化,即可取消一个作业单元,减少 3 个操作员工。

2.2 选择自动化水平

在改善过程中,有时选择适当的自动化水平能够

以较低成本得到较大效益,因此考虑在以下 3 个方面导入设备。

1)导入制壳机。在优化工艺流程后,制壳工序分为过胶(1 人)、放灰板(1 人)、包边(3 人)三个工序单元,共需要 5 人作业。导入制壳机,可实现自动过胶、包两边(需要包四边),只需 1 人放灰板、2 人包边,可减少 2 人。

2)导入滚轮压平机。原有压平工艺是一次压一整批,再人工擦中径条,可以在压平机中添加滚筒式压力装置和气缸,形成滚轮压平机,这样即可实现一件一件的流动,而且可以减少 1 名操作员。

3)导入干燥炉。产品在移衬之后,由于需要等待胶水自然干燥,将产生在制品库存,可以在移衬工序后设置干燥炉,由烘道和风道组成,使产品能快速干燥,这样即可消除在制品库存,同时将其工艺衔接起来。

以上 3 个方案均在考虑成本与效益之后认为是可行的,精益生产并不是不需要自动化,而是需要适当的自动化水平。

2.3 布局优化

A 生产线原来是机群式布局,而连续流的核心是工艺的连续性,因此应该尽可能的将工艺衔接起来。但是 M 生产线存在物料供应不及时等问题,物料供应不稳定,为了避免这一制约因素,考虑将切灰板、裱灰板、配板以及辅助工序中的切膜、套袋、点烫等产能过剩的工序作为前置工序,以剩下的从制壳到包装以及配内页等工序来创建连续流。

通过上述工艺流程优化及自动化水平改善,运用精益原则进行布局优化,得到如图 2 所示布局图,整体的布局及物流路径如图 3 所示。

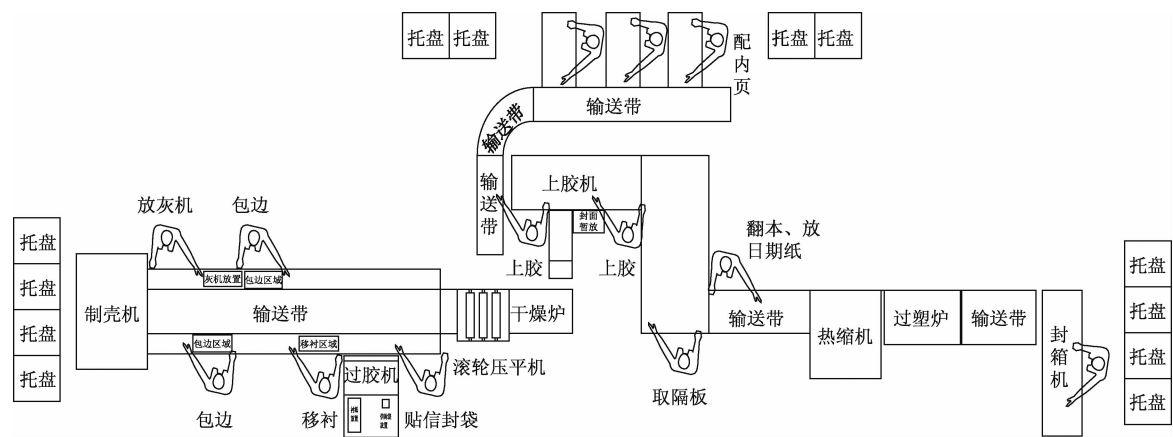


图 2 连续流布局图

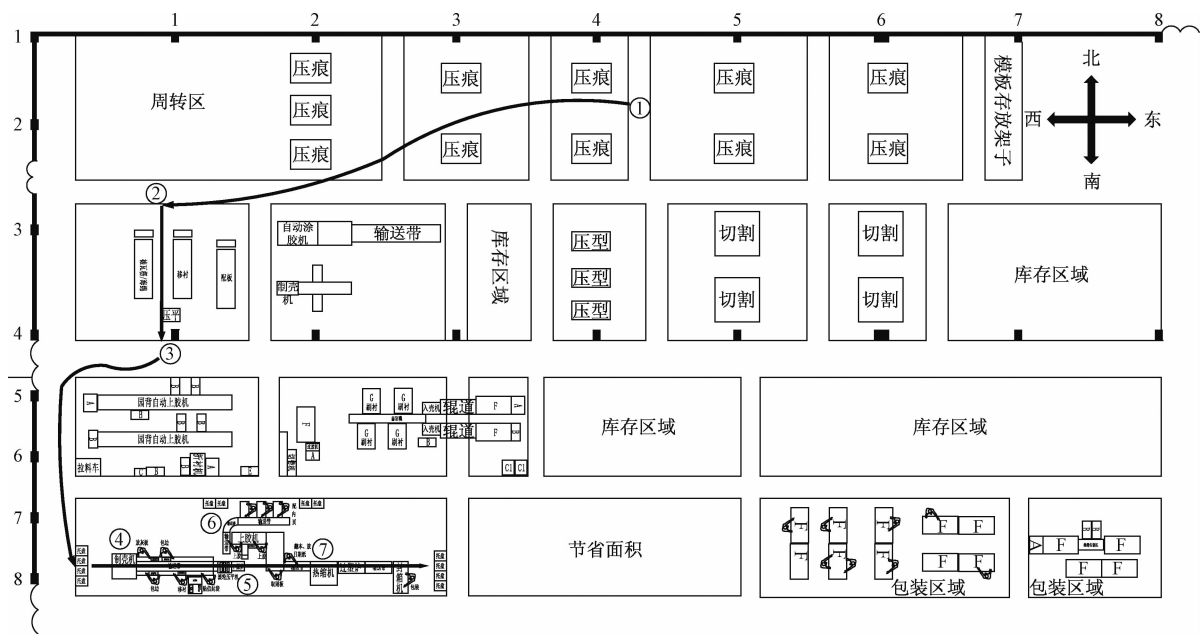


图 3 整体布局及物流路径图

改善后布局紧凑,物流路径清晰明了,无物流交叉等问题,基本达到连续流要求。

2.4 工装优化

工装作为辅助工具,能够帮助员工操作,减少浪费,提高效率,在推行精益生产的时候,用的最多的工装就是精益管搭建的工装。

精益管,也称之为线棒,是精益改善的一大利器。它主要零件为覆塑钢管、流利条(滚道)、各种连接件、标准紧固件,具有简易性、柔性化、灵活多变、符合

JIT 生产方式、改善工作环境、可重复使用、符合人体工程学、持续改进等特性。

在包装中的取隔板工序单元,原有的工作台为普通桌子,产品在上胶之后,需要操作员搬运拖动,存在搬运浪费。可以使用精益管搭建工作台,利用流利条传递,这样可以取消员工的搬运操作,节省人力。

工装的优化在辅助生产的同时能让连续流更加顺畅。

根据拟定改善方案,绘制未来价值流图,如图 4 所示。

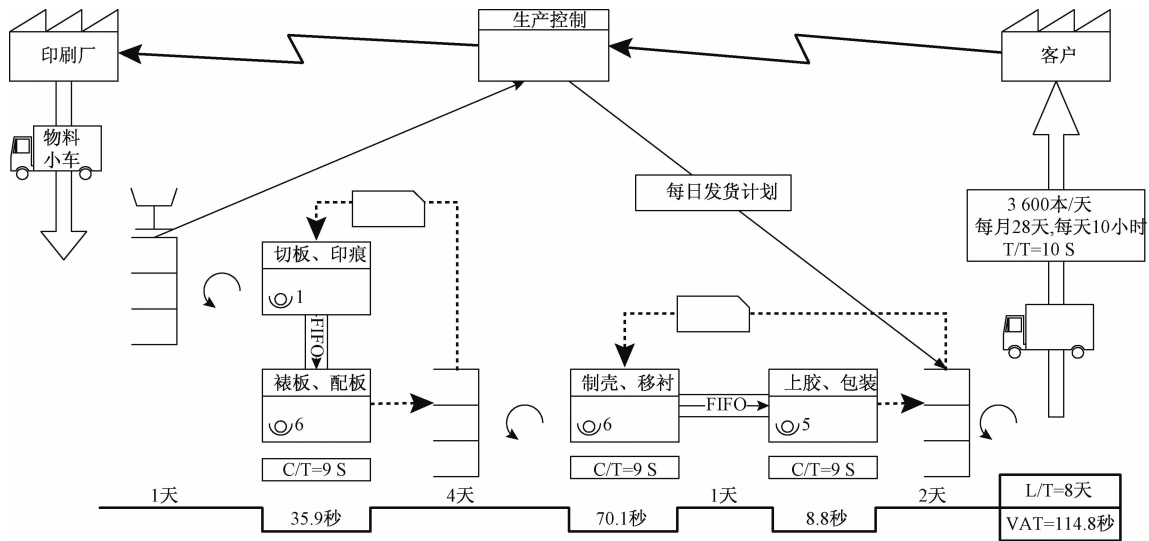


图 4 未来价值流图

3 改善效益分析

从未来价值流图中可以看到通过建立超市拉动

减少了大量在制品,简化了信息流。改善前后效益对比如表 2 所示。

表 2 改善效果对比

项目	生产周期/天	搬运距离/m	车间面积/m ²	主线作业人数/人
改善前	21	101	4 000	24
改善后	8	60	3 832	18
改善效果	缩短 13 天	减少 41 m	节省 168 m ²	减少 6 人
改善幅度	缩短 61.9 %	减少 40.6 %	节省 4.2 %	减少 25 %

通过改善优化,取得了显著成效:

- 1) 工艺流程优化。取消合并压平工序,减少放灰板及移衬工序人员,节省了人工成本。
- 2) 导入制壳机。将原来的人工送纸过胶改为设备自动送纸过胶,将原来的人工包边改为现在的设备自动包两边,节省了 2 人。
- 3) 导入滚轮压平机。使生产流动起来,节省了 1 名操作员。
- 4) 工序断点合并。改善前产品上胶后需放在地坪架上暂存,改善后导入干燥炉,使工艺衔接起来,减

少了中间半成品。

- 5) 导入精益工装。在取隔板工位,改善前产品在桌面上移动需要使劲拖动,将桌面改为流利条,通过滚轮运输产品,降低员工劳动强度。
- 6) 布局改善。改善前物流路径往复交叉,产生大量搬运浪费,改善后物流路径一目了然,减少生产过程中的搬运浪费与在制品库存浪费,并节省了面积。

4 结论

本文采用价值流图工具,通过绘制现状价值流

图,分析 A 生产线存在的问题,针对物料供应不及时及工艺特性等制约因素,从工艺流程、自动化水平、布局、工装等方面进行改善,并绘制未来价值流图。在布局改善中,以设备投入成本小于收益的原则,选择合适的自动化水平。通过生产线连续流的创建,使生产周期缩短了 13 天、搬运距离减少了 41 m、车间面积节省 168 m²、作业人数节省 6 人,降本增效明显,为 M 企业转型升级打下了坚实的基础。

参考文献

- [1] 齐二石. 精益管理创新服务天津市制造业转型升级[J]. 天津科技, 2016(11):15—17.
- [2] MILTENBURG J. One-piece flow manufacturing on U-shaped production lines: a tutorial[J]. IIE Transactions, 2001,33(4):303—321.
- [3] 蒋美仙,金寿松,冯定忠,等. 我国机械制造企业的单件流应

- 用研究[J]. 工业工程与管理, 2006,11(5):107—111.
- [4] DEAN P R, TU Y L, XUE D. An information system for one-of-a-kind production[J]. International Journal of Production Research, 2009,47(4):1071—1087.
- [5] LI S G, RONG Y L. The reliable design of one-piece flow production system using fuzzy ant colony optimization[J]. Computers & Operations Research, 2009,36(5):1656—1663.
- [6] 张世良,邹筱. 基于单元化的“一个流”生产方式的应用分析[J]. 湖南工业大学学报, 2012,26(4):59—63.
- [7] YANG H, BUKKAPATNAM S T S, BARAJAS L G. Continuous flow modelling of multistage assembly line system dynamics [J]. International Journal of Computer Integrated Manufacturing, 2013,26(26):401—411.
- [8] 徐文杰,蔡法群,冯德贵. 基于整流化的生产线精益改善方法研究[J]. 工业工程与管理, 2014(6):131—135.
- [9] 石晓磊,张立坤,栾世超. 基于连续流的生产线精益改善——以 G 厂 A 生产线为例[J]. 河北工业科技, 2016(5):433—438.

Creating Continuous Flow in the Production Line Based on Value Stream Mapping

DONG Bo-wen¹, WANG You-yuan²

(1. School of Economics and Management; 2. Institute of Industrial Engineering, Nanchang Hangkong University, Nanchang 330063, China)

Abstract: Aiming at the problem of work in process backlog and long delivery period in A production line of M enterprise, this paper analyzes the reason by the situation value stream mapping and puts forward choosing the appropriate level of automation under the condition that the improvement benefit is greater than the input cost, to overcome the constraints like material supply is not timely and technological property. To improve and draw the future value stream mapping and create a continuous flow of production line through the technological process, layout, frock and other aspects of improvement. After creating continuous flow in the production line, the production cycle shortened by 13 days, transport distance reduced by 41 meters, workshop area savings of 168 square meters, the number of operators decreased by 6 people, laid a solid foundation for enterprise transformation and upgrading.

Key words: continuous flow; value stream mapping; lean production; transformation and upgrading

(上接第 41 页)

- [20] 段七零,胡章鸿,毛建明. 基于齐夫法则的江苏省旅游收入规模结构变化研究[J]. 人文地理, 2012(3):86—92.
- [21] 刘继生,陈彦光. 城镇体系等级结构的分形维数及其测算方

- 法[J]. 地理研究, 1998(1):82—89.
- [22] 李青. 云南省旅游经济区域差异及其对策研究[D]. 昆明: 云南师范大学, 2009.

Research on the Evolution of Tourism Economic Rank and Scale Structure of Yunnan Province

ZHAI Yu-jia¹, ZHOU Chang-chun¹, CHE Zhen-yu²

(1. Faculty of Management and Economics, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China;
2. Faculty of Architecture and Urban Planning, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650051, China)

Abstract: Taking 16 cities in Yunnan province for basic research unit analyzed the evolution trend of tourism economic rank, scale pattern and rank scale structure from 2008 to 2011 by using rank clock theory, markov transition probability matrix, rank-size rule. The results show that the change of medium tourism income cities' rank was relatively frequent, cities which had larger tourism economic scale remain stable, and smaller tourism economic scale change to lower level; the distribution of tourism economic scale basically followed rank-size rule and had the double fractal characteristics, which the number of the scale area 1 increased year by year, and the structure was more equilibrium, and that the concentration degree of scale area 2 was higher; from difference degree, the whole tourism economic scale structure kept with a high level of equilibrium distribution state but the gap between the two scale area increased year by year.

Key words: tourism economy; scale structure; change trend; Yunnan province