

# 男衬衫生产流水线模块化优化设计

宋莹, 丁乙烜

(辽东学院 服装与纺织学院, 辽宁 丹东 118003)

**摘要:**服装模块化生产流水线作为一种新兴、高效的组织形式,逐渐被众多服装企业采用。选取某服装企业实际投入生产的一款男衬衫作为实例,从产品部件及生产工艺两方面入手,对其生产流水线进行模块划分,并总结归纳模块化优化设计的方法;在此基础上,对该款男衬衫的生产工序流程以模块为单元进行重新编制、组合,对流水线进行优化设计。结果表明,优化后该男衬衫生产流水线作业人数较计划人数减少1人;且流水线中衣身模块、领子模块的生产平衡率均为97.3%,袖子模块和连接模块的生产平衡率分别为93.2%和94.6%,均属于高效率生产线编制,从而验证了流水线模块化优化设计方法在提高服装企业生产平衡率过程中的可行性及普适性。

**关键词:**男衬衫;流水线;模块;生产平衡率;优化

**中图分类号:**TS 941.717.87 **文献标志码:**A **文章编号:**2096-1928(2021)01-0048-05

## Modular Simulation Optimization Design of Man's Shirt Production Line

SONG Ying, DING Yixuan

(College of Clothing and Textile, Eastern Liaoning University, Dandong 118003, China)

**Abstract:** As a new and efficient production organization form, modular production of garment production line is gradually accepted by garment enterprises. In view of the production status of clothing enterprises, this topic selected man's shirt as an research example. Starting from the product parts and production process, the module division was carried out, and the modular optimization design method of the production line was summarized. On this basis, the production process flow of the man's shirt was re-divided into modules, and the production line design was optimized. The results showed that the number of workers in the production line of man's shirt was reduced by 1 person compared with the planned number. The production balance rates of body module and collar module were 97.3%, and the production balance rates of sleeve module and connection module were 93.2% and 94.6%, respectively. All the production balance rates of the four modules were high production line design. It could be concluded verify the feasibility and universality of the modular optimization design method in improving the production balance rate of garment enterprises.

**Key words:** man's shirt, production line, modular, production balance rate, optimization

随着服装产业信息化、智能化的快速发展,服装企业需对服装生产流水线进行优化设计,实现高速、高效及低成本生产,从而在激烈的市场竞争中立于不败之地<sup>[1]</sup>。服装生产流水线的模块化生产作为一种快速反应的新兴生产组织形式,在服装生产加工过程中,通过将传统工序流程中相同或相近的作业形式、作业部位及作业设备重新编排,以模

块为生产单位划分服装生产工序,实现服装生产流水线的优化重组,提高生产线平衡率<sup>[2]</sup>。目前关于服装模块化生产的研究已取得一定的成果。李克兢等<sup>[3]</sup>通过验证流水线平衡率的数学模型,对生产流水线进行优化设计,开发出服装流水线高效快速反应系统。刘红晓<sup>[4]</sup>基于网络定制特点,将男衬衫的款式进行模块化设计,帮助企业实现差异化生

收稿日期:2020-05-26; 修订日期:2020-09-10。

基金项目:辽宁省教育厅科学研究项目(LNSJYT202004)。

作者简介:宋莹(1973—),女,副教授,硕士。主要研究方向为服装工程、虚拟仿真。Email:626846848@qq.com

产。张曼等<sup>[5]</sup>在研究现有流水线生产模式的基础上,提出面向大批量服装生产的模块化制造系统的重组构想,以高效低成本的特点实现了产品系统的柔性制造。苏军强等<sup>[6]</sup>通过分析传统的服装传输方式,提出了以模块为单元的加工组合构想,并总结出模块传输系统的关键技术及其优势。BALDWIN C Y 等<sup>[7]</sup>以标准模块单元为基础,将性质与工序相近的模块相互转换,根据不同需求组合成新产品。上述研究从多角度对模块化服装生产进行了分析,但缺乏与服装企业实际应用的结合,实践成效尚未得到充分论证。文中与丹东市某服装企业合作,选取该企业即将实际投入生产的一款男衬衫为研究范例,从产品部件及生产工序入手,对男衬衫的生产流水线进行模块设计,优化重组瓶颈工序,从而实现模块化生产流水线的优化设计,提高生产平衡率。

## 1 流水线生产平衡率

### 1.1 生产平衡率的定义

服装生产平衡率也称服装生产编制效率( $E$ ),用来表示服装生产流水线中作业工序的分配平衡程度,是评价流水线规划管理水平的重要指标。服装生产流水线的生产平衡率越高,说明该流水线的同步化程度越高,生产效率也越高。通常一条生产流水线平衡率达到 85% 以上才属于有效的编制效率<sup>[8]</sup>,编制效率低于该值的生产线不具备投入生产的条件,生产平衡率的具体评判标度见表 1<sup>[9]</sup>。

表 1 生产平衡率评判标度

Tab.1 Production efficiency evaluation criteria	
生产平衡率 $E/\%$	评判标度
$\leq 60$	生产流水线缺少合理规划
60 ~ 85	生产流水线规划效果不佳
$\geq 85$	生产流水线属于高效率生产线

### 1.2 生产平衡率的计算

影响流水线生产平衡率的主要因素包括流水线单件产品的标准总加工时间( $T$ )、流水线作业节拍( $T_p$ )、流水线瓶颈节拍(即该流水线中用时最长的工序时间)( $T_b$ )及流水线中作业人员数 $N$ 。其中:流水线作业节拍( $T_p$ )的计算公式为

$$T_p = T/N;$$

流水线生产平衡率( $E$ )的计算公式为

$$E = T_p/T_b。$$

如果一条服装生产流水线中存在两个或以上瓶颈节拍,则按最大瓶颈节拍计算该生产流水线的

生产平衡率。当流水线不存在瓶颈节拍时流水线生产平衡率( $E$ )的计算公式<sup>[10]</sup>为

$$E = T(N \times T_p)。$$

## 2 男衬衫工艺信息及模块划分

### 2.1 男衬衫工艺信息

选取某服装企业即将实际投入生产的一款男衬衫为研究对象,该男衬衫具体款式如图 1 所示。衣身门襟设有 6 粒扣,左前身设有胸袋,后衣身有托肩、褶裥,领子为方形衬衫领,平底摆,袖口设有开衩。对该款男衬衫进行工序拆分,得到男衬衫工艺流程,具体如图 2 所示。



图 1 男衬衫款式  
Fig.1 Style of man's shirt

### 2.2 男衬衫模块划分

2.2.1 产品部件模块 根据男衬衫的款式特征,可将其产品部件划分为衣身、袖子及领子 3 个一级模块,其中衣身模块可以细分为前衣身、后衣身、托肩、里襟衬、门襟衬、口袋与袋口衬 7 个二级模块;袖子模块可细分为袖片、袖头、袖头衬、大袖衩、大袖衩衬、小袖衩与小袖衩衬 7 个二级模块;领子模块可细分为翻领、翻领衬、领座与领座衬 4 个二级模块,具体模块划分如图 3 所示。

2.2.2 工艺模块划分 在服装工艺模块的划分过程中,独立产品部件模块的工序,根据工序性质及顺序,对其工艺进行模块重组;根据模块化服装生产的需求,每个工艺模块内至少包含 2 个独立工序。在男衬衫产品部件模块的基础上,按照男衬衫的缝制工艺流程进一步划分出缝制工艺模块,及模块中各部位工序的生产信息,具体见表 2。通过表 2 可知,衣身模块的总工时为 286 s,袖子模块的总工时为 275 s,领子模块的总工时为 181 s,连接模块的总工时为 571 s;男衬衫的单件产品加工时间  $T$  为 1 313 s,已知该企业日生产时间为 8 h,日生产计划为 820 件,可得出该流水线的节拍  $T_p$  为 35 s,流水线所需工人数为 38 人。

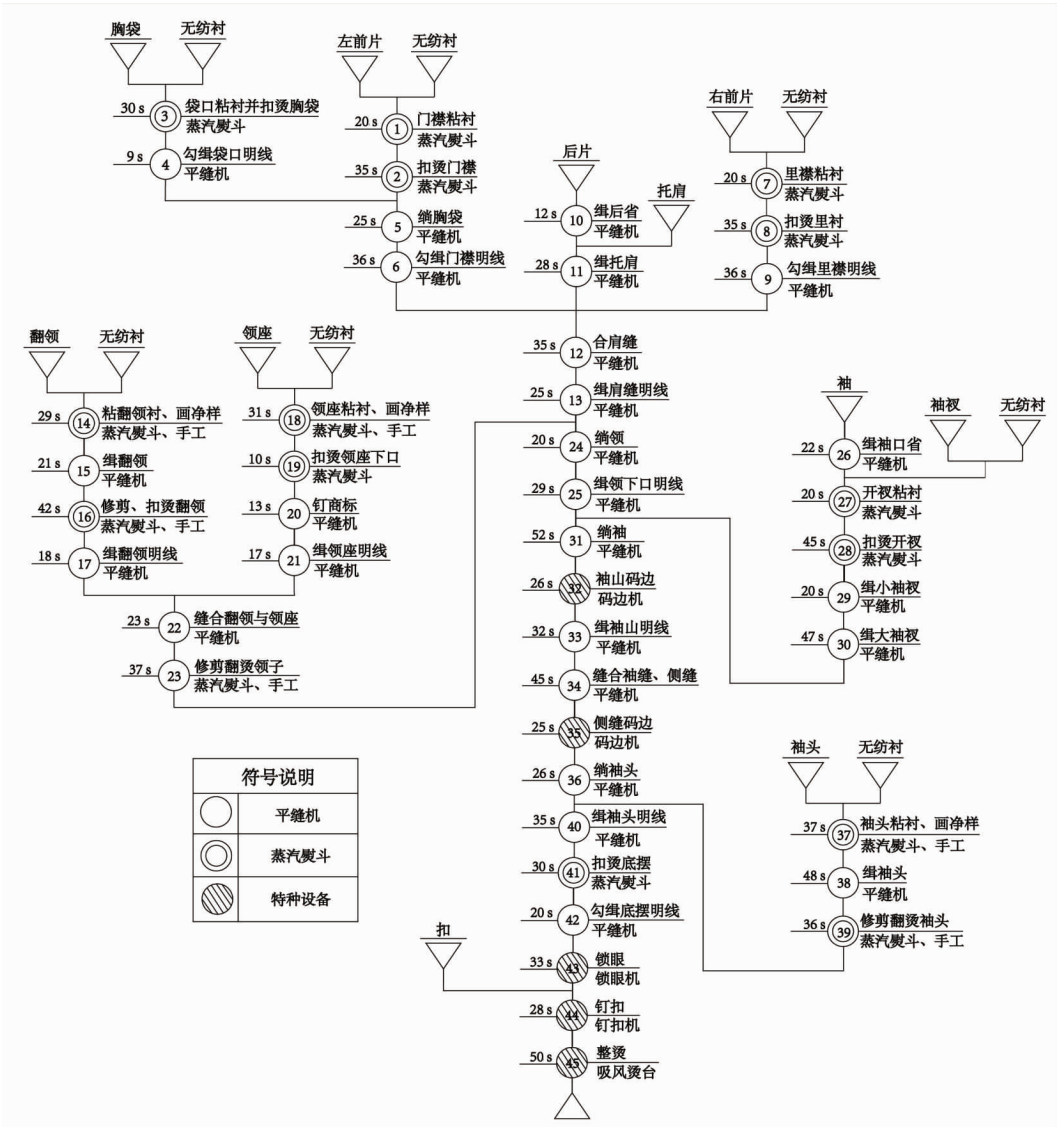


图 2 男衬衫工序

Fig. 2 Flow chart of man's shirt

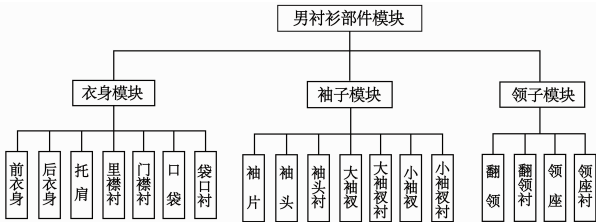


图 3 男衬衫模块划分

Fig. 3 Module division of man's shirt

3 男衬衫流水线模块化优化

3.1 模块化设计方法

文中不同于传统的以整个流水线为单元进行优化设计的方式,采用模块为单元,对流水线各部位工序进行优化重组。

在相同模块中存在需要拆分或兼顾组合的工

序,且工序之间为并列性质时,相关工序之间可忽略序号先后,根据实际生产需要进行工序拆分或兼顾组合。例如衣身模块中的 4,5,6 号工序在性质上属于并列工序,在 5 号工序没有作业之前,可以将 4 和 6 号工序进行组合。相同的模块内存在不同的加工部件时,在满足相同部件内各工序先后顺序的前提下,同时要确保各部件之间的正确作业顺序。例如在连接模块中的 12,13 号工序,在 12 号工序没有开始作业的情况下,13 号工序不能与 34 号工序进行组合作业。在此基础上,当相同模块中的工位和工序经过重新编制组合后,如出现标准生产时间少于流水线节拍的现象,可将该工位和工序的浮余时间兼顾到存在瓶颈节拍的工位和工序中,从而减少或降低流水线的瓶颈节拍数量与时间,避免产品积压。



表3 优化后的工序工位分配

Tab.3 Optimized operation station assignment table

模 块	工 位	工 序	工时/s	与节拍差值/s	作业设备
衣身模块	1,2	①③⑦	70	0	蒸汽熨斗
	3	②	35	0	蒸汽熨斗
	4	④⑪	37	2.0	平缝机
	5	⑤⑩	37	2.0	平缝机
	6,7	⑥⑨	72	1.0	平缝机
	8	⑧	35	0	蒸汽熨斗
领子模块	1,2,3	⑭⑯⑱⑲	112	2.0	蒸汽熨斗、手工
	4	⑮⑳	34	-1.0	平缝机
	5	⑰㉑	35	0	平缝机
袖子模块	1,2	㉔㉓	70	0	平缝机
	3,4	㉗㉘	65	-2.5	蒸汽熨斗
	5,6	㉙㉚	67	-1.5	平缝机
	7,8	㉞㉟	73	1.5	蒸汽熨斗、手工
连接模块	1	⑫	35	0	平缝机
	2,3	⑬⑭	70	0	平缝机
	4,5	㉒㉓㉔	72	1.0	平缝机
	6,7	㉖㉗	67	-1.5	蒸汽熨斗、手工
	8,9	㉙㉚	72	1.0	平缝机
	10,11	㉜㉝㉞	77	3.5	平缝机 码边机
	12,13	㉟㊱	67	-1.5	平缝机
	14,15,16	㊴㊵㊶	111	2.0	特种设备

4 结 语

1)以模块为单元对流水线进行优化,可以减少人员的流动与设备调整距离和时间;

2)对男衬衫各工艺模块重新编制后,衣身模块与领子模块的生产平衡率均为97.3%,袖子模块及连接模块的生产平衡率分别为93.2%和94.6%,属于高效流水线编制;

3)以模块为单位对男衬衫流水线进行优化设计可以节约作业人数、消除工序瓶颈、避免制品积压,最终实现提高生产效率的优化目标。

参考文献:

[ 1 ] 郑鹏. 模块化服装设计与生产模式的研究与应用[ D ]. 苏州:苏州大学,2018.

[ 2 ] 刘立枝,闫亦农,雒彬钰,等. 模块化裤装缝制流水线的优化设计[ J ]. 毛纺科技,2020,48( 1 ):66-69.

LIU Lizhi, YAN Yinong, LUO Binyu, et al. Research on modular trousers sewing production line based on rule division. [ J ] Wool Textile Journal, 2020, 48( 1 ): 66-69. ( in Chinese )

[ 3 ] 李克兢,崔世忠. 模块化服装快速生产设计系统的开发[ J ]. 纺织学报,2006,27( 1 ):50-53.

LI Kejing, CUI Shizhong. Development of modular design and manufacture of apparel [ J ]. Journal of Textile Research, 2006, 27( 1 ): 50-53. ( in Chinese )

[ 4 ] 刘红晓. 网络定制男衬衫生产流水线的模块化设计[ J ]. 纺织导报,2011( 4 ):104-106.

LIU Hongxiao, Production flow modularizing design of

on-line customization men shirts [ J ]. China Textlie Leader, 2011( 4 ): 104-106. ( in Chinese )

[ 5 ] 张曼, 裘建新. 面向大批量定制的服装生产策略与模式研究[ J ]. 上海纺织科技, 2006, 34( 6 ): 78-80.

ZHANG Man, QIU Jianxin. Research on garment production strategy and model catering to mass customization [ J ]. Shanghai Textile Science and Technology, 2006, 34( 6 ): 78-80. ( in Chinese )

[ 6 ] 苏军强,刘国联. 基于模块化生产的服装智能传输系统开发思路[ J ]. 纺织导报,2012( 1 ):95-96.

SU Junqiang, LIU Guolian. An ideal for intelligent garment transmission system based on modular production [ J ]. China Textlie Leader, 2010( 1 ): 95-96. ( in Chinese )

[ 7 ] BALDWIN C Y, CLARK K B. Managing in the age of modularity[ J ]. Harvard Business Review, 1997, 75( 5 ): 84-93.

[ 8 ] 宋莹. 基于 Flexsim 的服装单件流水线仿真优化[ J ]. 西南师范大学学报( 自然科学版 ), 2019, 44( 12 ): 94-99.

SONG Ying. On simulation optimization of one-piece flow garment assembly line of clothing based on flexsim [ J ]. Journal of Southwest China Normal University ( Natural Science Edition ), 2019, 44( 12 ): 94-99. ( in Chinese )

[ 9 ] 韩鑫鑫. IE 技术在提高 B 企业组装线生产效率方面的应用[ D ]. 苏州:苏州大学,2014.

[ 10 ] 宋莹,田宏,李敬伊. 基于 Flexsim 的 T 恤衫单件流水线仿真优化[ J ]. 纺织学报,2020,41( 1 ):145-149.

SONG Ying, TIAN Hong, LI Jingyi. Simulation optimization of one-piece flow T-shirt assembly line based on Flexsim [ J ]. Journal of Textile Research, 2020, 41( 1 ): 145-149. ( in Chinese )

( 责任编辑:卢杰 )