

DOI: 10.19333/j.mfkj.2017080270705

制服上装吊挂生产流水线的优化设计

刘立枝, 闫亦农, 陈敏燊

(内蒙古工业大学 轻工与纺织学院, 内蒙古 呼和浩特 010080)

摘要: 针对许多企业在实际生产中使用服装吊挂生产系统存在编制效率低、时间损失系数大等问题,通过对A公司制服上装吊挂流水线的实地调研,对其数据进行分析 and 整合,结合精益化生产理论和生产线优化原则,对该服装生产流水线进行生产工序的拆分或合并,从而优化该服装生产流水线,编制效率由52.3%提升到95.6%,时间损失系数由45.8%减小到4.4%,达到了提高服装生产效率的目的。

关键词: 服装吊挂系统; 评价指标; 优化设计; 平衡度

中图分类号: TS 941.6

文献标志码: A

Optimized design of hanging production line for uniform jacket

LIU Lizhi, YAN Yinong, CHEN Minshen

(College of Light Industry & Textiles, Inner Mongolia University of Technology, Hohhot, Inner Mongolia 010080, China)

Abstract: In order to meet people's demand for fast fashion, the garment hanging production system has been increasingly applied to the clothing production lines as its flexible production characteristics. However, many enterprises failed to give full play to the garment hanging production system's role in practical production. Hence, those enterprises have many problems such as low establishment efficiency, high time loss coefficient, et al. In this paper, the field data of Company-A's uniform jacket hanging line were analyzed and integrated. According to the principle of the lean production and the optimization production line, the garment production line has been optimized to improve the garment production efficiency. The establishment efficiency has been improved from 52.3% to 95.6% and the time loss coefficient has been reduced from 45.8% to 4.4%.

Keywords: garment hanging system; evaluation index; optimization design; balance index

服装吊挂生产线是一种柔性生产线,被越来越多服装企业引进使用^[1]。运用吊挂系统解决好流水线的平衡问题,是服装生产中的关键问题^[2]。经查阅资料发现,国外学者在构建CAD/CAM/CIMS系统和流水线系统仿真模型方面的研究,在一定程度上减少了管理者的负担,提高了生产效率^[3-5]。国内学者则在服装生产线编制参数、生产组织方式、流水线优化等方面做了探索^[6-8]。针对吊挂生产线优化的实例研究尚不完善。

本文以制服上装服装吊挂流水线生产为例,对

服装生产线编制中的重要参数进行分析,并结合精益化生产理论和生产线优化原则,对该服装生产流水线进行重新组合,达到提高生产效率的目的。

1 服装生产工序编制评价指标

在流水线的平衡过程中,平均流水节拍、工序编制效率、时间损失系数和人员配置对工序编制的效率有很大的影响,是服装生产线优化的重要评价指标^[9]。

1.1 流水节拍

平均流水节拍 SPT (Standard Pitch Time) 是评价流水线平衡的重要评价指标^[10],计算公式为:

$$SPT = H/Q \quad (1)$$

式中: H 为有效工作时间; Q 为生产线的产量。此

收稿日期: 2017-08-31

基金项目: 内蒙古自治区自然科学基金项目(2014MS0621)

第一作者简介: 刘立枝, 硕士生, 主要研究方向为服装生产数字化。通信作者: 闫亦农, E-mail: 1350765390@qq.com。

外,各工位中加工耗时最长的工序,其加工时间为瓶颈节拍(P_{\max})^[14]。

根据服装企业实际的生产需要,往往需要将节拍控制在一定的界限内,即节拍上限 UPT 和下限 LPT 的计算公式分别为:

$$UPT = SPT/0.95 \quad (2)$$

$$LPT = 2SPT - UPT \quad (3)$$

1.2 人员配置

根据人员配置情况及各工序的工序节拍可以计算出生产线上各工位所需的人员数,用 N_i 表示:

$$N_i = T_i/SPT \quad (4)$$

式中 T_i 为各工序单元的工序标准工时, $i = 1, 2, \dots, n$ 。

1.3 工序编制效率

工序编制效率(Process Arrangement Efficiency)计算公式为:

$$E = (SPT/P_{\max}) \times 100\% \quad (5)$$

式中 E 为编制效率。

通常 E 达到 85% 以上,生产线可基本保持平衡,通过优化可使 E 达到 95% 以上^[15]。

1.4 时间损失系数

流水线的时间损失(Lt)与时间损失系数(L)计算公式为:

$$Lt = P_{\max} \times N - T_s \quad (6)$$

$$L = (Lt/(N \times P_{\max})) \times 100\% \quad (7)$$

式中: T_s 为单件标准总工时; N 为总人数。

2 制服上装优化前的生产分析

2.1 生产流水线

制服上装的生产加工工序共计 110 道,优化前工序编制表见表 1,生产加工流程图见图 1。

2.2 生产作业

2.2.1 生产流水线工序分析

由图 1 及表 1 计算可得参与工艺流程图上的工序单件标准总工时为 5 781 s。由表 1 结合式(1)得出平均节拍为 120.4 s。根据表 1,得到编制效率关系如图 2 所示。根据式(2)、(3)得出节拍偏差为 114.1 s、126.7 s。由图 2 可见,只有 4 个工位工序在节拍偏差内,并没有达到精益化生产要求,可以进一步优化。

2.2.2 生产流水线平衡指标分析

结合制服上装生产流水线的实际情况,根据式(5)、(6)、(7)计算可得编制效率 E 为 52.3%、时间损失系数 L 为 45.8%,其编制效率远远低于 85% 的要求,说明该吊挂流水线编制效率较低,平衡性差,

时间损失严重,有很大的优化空间^[11]。

表 1 优化前工序编制表

工作地	工序号	作业时间(节拍)/s	作业性质
1	13 53 58	132(132)	特殊作业
2	63 73 74 75	126(126)	手工作业
3	67 71 72	145(145)	平缝作业
4	64 65 66	150(150)	手工作业
5	2 68 69 70	110(110)	平缝作业
6	15 18 19 20 21	154(154)	手工作业
7	16 17	148(148)	平缝作业
8、9	1 3 4 6 7 11	225(122.5)	手工作业
10	22 5	136(136)	平缝作业
11	8 46 80	172(172)	特殊作业
12、13	12 23	140(70)	平缝作业
14	25 26 45	110(110)	平缝作业
15	30 39	170(170)	平缝作业
16	29 31 34	100(100)	手工作业
17	32 33	75(75)	平缝作业
18、19	35 40 41 42 43 44	297(148.5)	平缝作业
20	27 28 36	120(120)	手工作业
21	37 38	116(116)	平缝作业
22	14 9 10	80(80)	手工作业
23	47 48 49	108(108)	手工作业
24	50 51	100(100)	平缝作业
25	24	62(62)	平缝作业
26	54 55 56	90(90)	手工作业
27	57 81	170(170)	平缝作业
28	79 80 83 101 102 103	176(176)	手工作业
29	100 104 105	156(156)	平缝作业
30	84	130(130)	平缝作业
31	52 85	196(196)	平缝作业
32	86 107 108	57(57)	手工作业
33	87 88	230(230)	平缝作业
34	89 90 91 93 94	172(172)	手工作业
35	92	62(62)	平缝作业
36/37	95 97	176(176)	平缝作业
38	59 60	73(73)	平缝作业
39/40	61 62	360(180)	平缝作业
41	76	90(90)	平缝作业
42	77 78	94(94)	平缝作业
43	98	174(174)	平缝作业
44	96	74(74)	平缝作业
45	99	102(102)	平缝作业
46	106	85(85)	平缝作业
47	109	24(24)	平缝作业
48	110	116(116)	手工作业

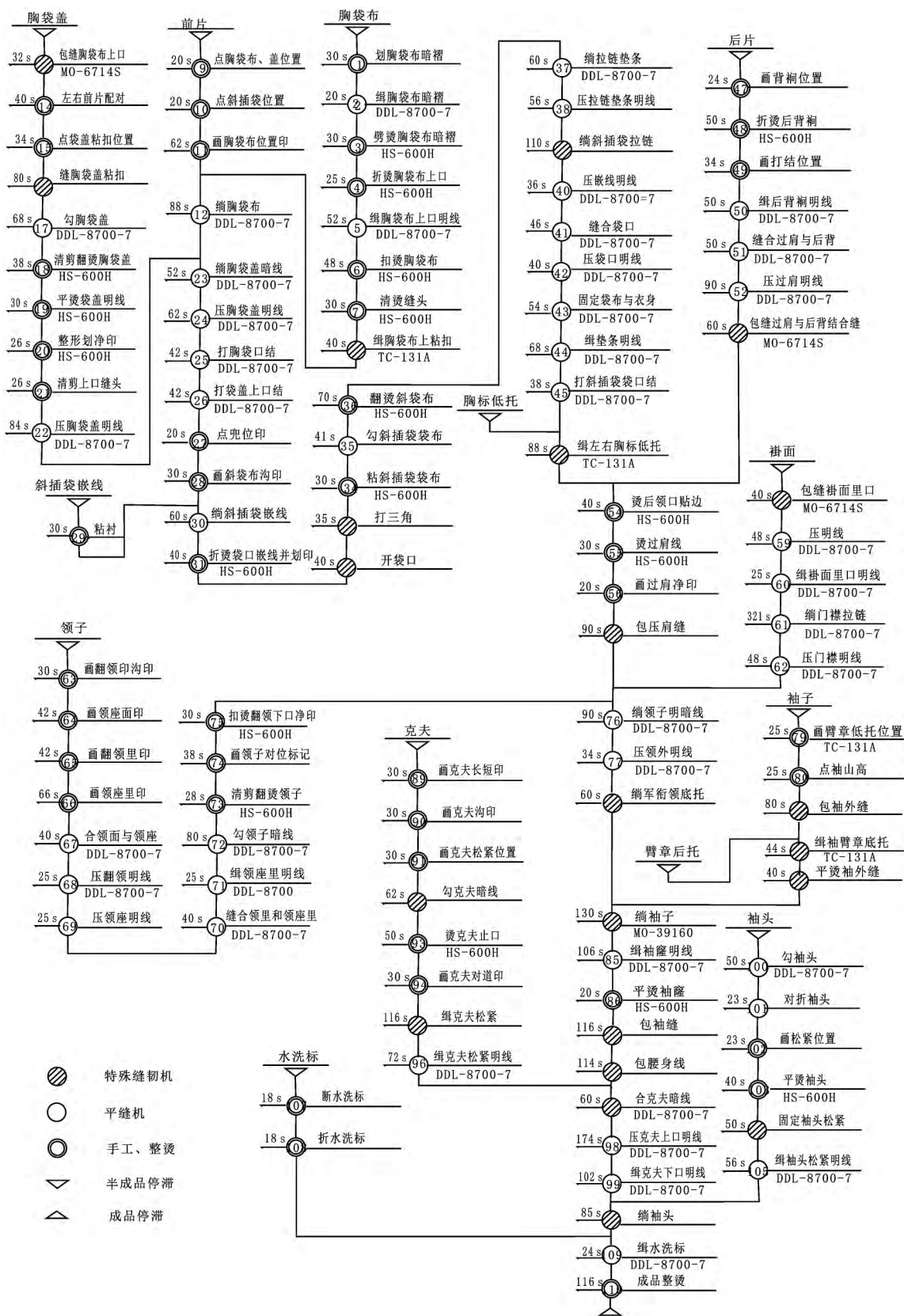


图1 制服上装生产流程图

2.2.3 生产流水线人员配置分析

根据工序分析,瓶颈节拍为33号工位做的组合工序,节拍为230s。这2道工序的加工手法类似,且所用设备相同,根据人员配置式(4)可知

$N_{33} \approx 1.9$,应增加工位数和作业人数。然而该吊挂流水线的工序编制上并没有增加,导致了部分工位间工序加工时间偏差过大。否则会产生生产瓶颈。

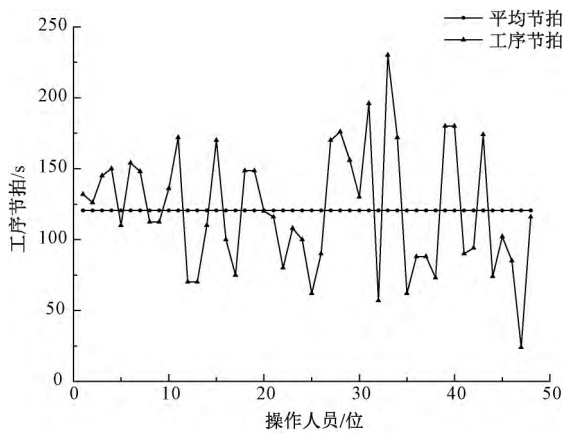


图2 优化前 SPT 与编制效率关系

3 制服上装吊挂流水线的优化

3.1 优化过程

3.1.1 时间偏差估算

通过对优化理论的研究,根据式(2)、(3)可得节拍偏差为114.1、126.7 s,得到吊挂生产线是否均衡的评估依据。

3.1.2 工序组合优化的方法

服装生产流水线的优化原则是使重新组合的各工位工序节拍尽量在节拍偏差范围内,以提高工序编制的效率。

3.1.2.1 顺序组合相同工艺类型工序

按照流水作业顺序对同类型工序进行组合。由图1可知,18、19、20、21号工序可以按照顺序组合同工艺类型工序的优化方法进行优化,将其组合得到新工位,工位工序节拍为120 s,根据式(3),新工位人员配置为1人。

3.1.2.2 组合独立支流工序

因为独立支流的工序之间没有绝对先后的生产关系,加工顺序比较灵活,因此可以将同类型的独立支流工序合并。由图1可知,17、59号工序属于不同的支流相同作业工序。将这2个工序组合到一起形成1个新的工位,工位的工序节拍为116 s,新工位人员配置为1人。

3.1.2.3 越位组合同作业方法工序

相同工艺类型的越位工序组合,虽然在流水线中工序是前后排列的,但其隐含并列关系,在不影响加工效果前提下,没有同类型部件工序满足条件时,可考虑与同一流水线上不相邻的同类型工序组合,使工位的工序节拍进入节拍偏差的范围之内。由图1可知,同作业方法的84号工序与88号工序为越位工序,将2个工序组合在一起组成新的工位,新的工位工序节拍为244 s。根据式(3),新工位人员配置为2人,工序节拍为122 s。

3.1.2.4 拆分组合对称工序

当上述几种优化方法均无法再运用,而编制效率仍未达到企业一般要求时,可将部分有左右对称零部件的工序进行拆分并与其他工序组合,从而继续优化。由图1可知,103号工序是左右对称工序,使103号右半部分工序与65、91、102号工序进行组合得到新工位,工序节拍为115 s。根据式(4),新工位人员配置为1人。

表2 优化后的工序编制

工作地	工序号	作业时间(节拍) /s	作业性质
1	1、9、10、63、107	118(118)	手工作业
2	47、48、49	115(115)	手工作业
3	2、50、51	120(120)	平缝作业
4	3、4、79、80、(1/2)108	115(115)	手工作业
5	5、100、101	125(125)	平缝作业
6	6、7、64	120(120)	手工作业
7	11、89、90	122(122)	手工作业
8	65、91、102、(1/2)103	115(115)	手工作业
9	8、81	120(120)	特殊作业
10	13、82、83	116(116)	特殊作业
11	14、66、(1/2)103	126(126)	手工作业
12、13	12、52、67、68	343(122)	手工作业
14	53、92	122(122)	特殊作业
15	15、93、94	115(115)	手工作业
16	16、58	120(120)	特殊作业
17	17、59	116(116)	特殊作业
18	18、19、20、21	120(120)	手工作业
19、20	22、23、24、25	240(120)	平缝作业
21	26、27、28、29	122(122)	手工作业
22	30、69、70	125(125)	平缝作业
23	31、32、33	115(115)	特殊/手工作业
24	95	116(116)	特殊作业
25、26、27、28	60、61、62、71、72、109	504(126)	平缝作业
29	34、73、74、75	124()	手工作业
30	35、96	115(115)	平缝作业
31	36、104	120(120)	手工、特殊作业
32	37、38	116(116)	平缝作业
33、34	39、40、41、42	232(116)	平缝、特殊作业
35	43、44	122(122)	平缝作业
36	45、46	126(126)	特殊、平缝作业
37	54、55、56、(1/2)105	118(118)	手工、平缝作业
38	57、(1/2)105	118(118)	特殊、平缝作业
39	76、77	124(122)	平缝作业
40、41	84、88	244(122)	特殊作业
42	85、86	126(126)	平缝、手工作业
43	87	116(116)	特殊作业
44	78、97	120(120)	特殊作业
45	(2/3)98	116(116)	特殊作业
46	(1/3)98、(2/3)	126(126)	平缝作业
47	(1/3)99、106	119(119)	特殊、平缝作业
48	110	116(116)	手工作业

3.2 优化后平衡指数

3.2.1 优化后的流水线工序编制

根据相关优化原则对制服上装的工序进行重新编排,优化后的流水线工序编制如表2所示。

3.2.2 优化后的编制效率

由表2可知,优化后的流水线人员配置不变,瓶颈工序为11或46号工序。根据式(1)计算,得到优化后的平均节拍 SPT 为120.4 s。

经过优化后,根据式(4)可得优化后的编制效率 E 为95.6%。

优化后,各工位工序节拍关系如图3所示。

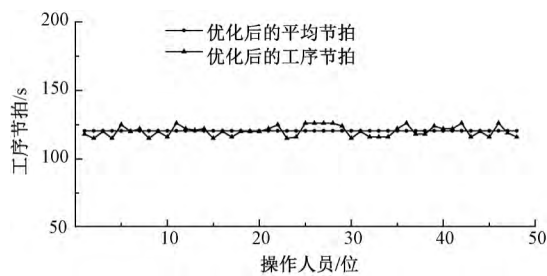


图3 优化后 SPT 与编制效率关系

3.2.3 优化后时间损失系数

经过优化后,根据式(5)、(6),可得优化后的时间损失系数 L 为4.4%。

3.3 优化前后流水线的平衡效果对比分析

根据以上的计算结果,将优化前后的平衡指标进行对比,如表3所示。

表3 优化前后流水线平衡评价指标对比

优化前后	编制效率 $E/\%$	时间损失系数 $L/\%$	人员配置 N	节拍界限内的工作地数
优化前	52.3	45.8	48	4
优化后	95.6	4.4	48	48

由表3可知,优化后制服上装的服装吊挂流水线人员配置没有变化,编制效率由原来的52.33%提高到95.6%,时间损失系数由原来的45.8%减小到4.4%,节拍界限内的工作地由原来的4个变成全部工作地的流水节拍均在节拍界限内,达到精益化生产要求,提高了企业的生产效率。

4 结论

通过运用优化方法对制服上装吊挂流水生产线进行优化,得出以下结论:

①节拍界限内的工作地由原来的4个变成全部工作地的流水节拍均在节拍界限内。

②编制效率由原来的52.3%提升到了95.6%,超过了85%,大大提高了生产流水线的平衡度。

③时间损失系数由原来的45.8%大大地减小到了4.4%,提高了生产效率。

④服装吊挂生产流水线人员编制不变,且工人负荷相当,生产流水线平衡度提高,满足了精益化生产要求。

参考文献:

- [1] 汪建英,方俐,洪珈佳.基于服装智能吊挂系统的优化生产[J].丝绸,2007(3):35-39.
- [2] 王东云,刘惠琴.基于遗传算法的铺布与裁剪过程的优化调度[J].纺织学报,2005,26(5):3-6.
- [3] FOZZARD G, SPRAGG J, TYLER D. Simulation of flow lines in clothing manufacture [J]. International Journal of Clothing Science and Technology, 2001, 8(5): 42-50.
- [4] ERY Ürüksh. Clothing assembly line design using simulation and heuristic line balancing techniques [J]. Journal of Textile & Apparel, 2012, 22(4): 360-368.
- [5] GNER, MÜCELLAG, CAN Nal. Line balancing in the apparel industry using simulation techniques [J]. Fibres and Textiles in Eastern Europe, 2008, 16(2): 75-78.
- [6] 刘东.服装生产线组织设计的实例分析[J].纺织学报,2011,32(6):155-158.
- [7] 毛乐勇.基于吊挂系统的服装生产流水线的优化设计[D].杭州:浙江工业大学,2014.
- [8] 陈洪倩.服装缝制生产线的编排与优化[D].苏州:苏州大学,2012.
- [9] 徐燕妮,周海媚,王立川,等.服装缝制流水线仿真与评价指标[J].纺织学报,2015,36(12):146-151.
- [10] CUI Huirong, YAN Yinong. The optimization design of uniform's hanging production line [J]. International Journal of Clothing Science and Technology, 2014, 27(3): 370-387.