

# 工业工程的技术与方法在纺织企业的应用

吴雪冰,温艳\*,邵坤

(青岛大学 商学院,山东 青岛 266071)

**摘要:**以纺织行业某龙头企业清花、粗纱、细纱、络筒等工序为研究对象,运用工业工程的联合作业分析、流程程序分析、MOD法等方法进行改善。降低了工人劳动量,缩短了工人劳动时间,提高了工作效率,使员工操作更加科学化,生产更加合理。运用的工业工程改善方法对其他纺织企业也有借鉴意义。

**关键词:**工业工程;纺织;工序优化

**中图分类号:**TS108.8

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-0356(2017)07-0005-04

我国虽然已经是世界纺织经济第一大国,但是纺织行业仍面临产能过剩、用工荒、人工成本持续上涨、原材料成本上升、市场竞争激烈、产品销售价格逐步降低、发达国家制造业回归本土、新兴制造基地迅速崛起等多重发展阻力<sup>[1]</sup>。其中纺织人工成本持续上涨最为突出,我国纺织加工劳动力成本已达印度的3~4倍、孟加拉的5~7倍,劳动力成本优势已荡然无存<sup>[2]</sup>。

纺织工业目前仍是劳动密集型产业,手工操作比重较大,劳动时间较长,强度较高<sup>[3]</sup>。所以纺织企业如何保留员工、提高员工满意度、降低劳动成本、提高生产率、减少总用工量,这将是一个巨大挑战。

## 1 企业概况

国内某企业生产设备以国内高水平的经纬纺机为主,关键器材如梳棉针布、精梳顶梳和锡林等选用国外知名品牌<sup>[4]</sup>,实现清梳联、精梳自动棉卷输送、粗细络联、自动包装及世界最先进的USTER整套检测设备、精纺(细纱机)集体自动落纱、生产管理系统e系统,通过资源整合建成了国内最先进的数字化、智能化纺纱生产线。主要生产高品质精梳色织、针织用纱。

为了解员工的工作认知,以面访和问卷形式对员工进行了访谈和调查,得出一些结论:员工劳动强度过大、没有统一的作业标准、工作效率较低、员工满意度低。如何在工资不变的情况下使员工劳动强度减少是一个提高员工满意度、保留员工、以及降低成本的可行的办法。

运用工业工程的ECRS、5W1H、联合作业分析、流程程序分析、MOD法等对纺织行业某龙头企业的清花、粗纱、细纱、络筒等工序进行改善,从而达到降低工人劳动量、提高生产效率、降低劳动成本的目的。

## 2 工业工程

工业工程(Industrial Engineering, IE)是对人员、物料、设备、能源和信息组成的集成系统进行设计、改善和设置的学科<sup>[5]</sup>,是世界上公认的能杜绝各种浪费,降低劳动成本,提高生产率和经济效益的工程学科。工业工程的目标是使生产系统的投入要素得到有效利用,同时降低成本、保证质量和安全、提高生产率、获得最佳效益。

工业工程的分析方法和技术主要有:(1)联合作业分析:分析多人单机的操作,平衡工人工作量。(2)流程程序分析:对工艺顺序、时间、方法等全部概况作详细分析、记录,提出改进意见。(3)模特法:模特法是根据操作时人体动作的部位、动作距离、工作物的重量,然后通过分析计算,确定标准的操作方法,并预测完成标准动作所需要的时间<sup>[6]</sup>。模特法将动作分为四大类:移动动作、身体动作、终止动作、其他动作,共计21种,其中1MOD(模特)=0.129s,动作时间值为一次MOD数的整数倍<sup>[5]</sup>。运用MOD法可研究人体各种动作,其中主要是发现操作人员的无效动作或者浪费现象,简化操作方法,减少工作疲劳,降低劳动强度,以寻求省力、省时、安全和最经济的动作。在此基础上制定出标准的操作方法,为制定动作时间标准做技术准备<sup>[7]</sup>。(4)5W1H提问技术:对研究工作从目的、原因、时间、地点、人员、方法上进行连续几次提问,弄清问题所在,并探讨改进的可能性。(5)ECRS原则:运用标准符号和流程图记录下作业和流程,并运用5W1H技

收稿日期:2017-04-25;修回日期:2017-05-06

作者简介:吴雪冰(1990-),男,硕士研究生,研究方向:工业工程,物流与供应链管理。

\*通信作者:温艳(1979-),女,讲师,研究方向:工业工程,物流与供应链管理,E-mail:wenyan@qdu.edu.cn。

术系统分析之后,运用 ECRS(E:取消,C:合并,R:重排,S:简化)原则研究改进的可能性,并设计新的作业方法、工作地布置、作业工具和相应的流程,并配备合适的人员<sup>[8]</sup>。

### 3 工序优化

#### 3.1 清花工序

##### 3.1.1 现状描述

A、B、C 三人合作进行清花上盘,工人 A、B 各自负责把棉包从存棉区运至抓棉区,适当帮助工人 C 的工作;工人 C 负责整理棉盘,去除棉盘外包装、紧固带并打扫棉盘周边卫生。

改善前清花上盘方式为每次上二分之一盘,以竖排 3 包为一周程,上盘 8 横排,共 24 包。平均用时 40 min。经过现场调研,A、B 从抓棉区运一个棉包到抓棉区并返回平均用时 80 s;工人 C 去除一棉包外包装并放倒至指定位置平均用时 36 s,割断一棉包紧固带平均用时 5 s,抽取一棉包的紧固带并打扫卫生平均用时 20 s。

##### 3.1.2 5W1H 问题点

(1)工人之间各自为战,没有配合,自己只负责自己的工作,没有考虑整体的效率。(2)工人操作没有标准化、流程化,造成操作、等待的浪费。(3)物料摆放杂乱,影响工作效率。

##### 3.1.3 ECRS 改善分析

(1)去除 C 的零散的打扫卫生工作,统一打扫。(2)因为 C 整理棉盘导致了 A 和 B 的等待时间浪费,所以将整理棉盘放置一个周程的最后进行清理。(3)分别制定 A、B、C 三人的标准作业书,使操作规范化、流程化。(4)物料定置、定量、整齐放置。

##### 3.1.4 改善方案

###### 方案 A:联合作业分析

综合运用工业工程的 5W1H 分析、ECRS 原则,改进工作方法,重新安排清花上盘方式为每次上盘 8 包为一横排,为一个工作周程,上 3 竖排,共 24 包,减少等待时间,提高联合作业效率,绘制改善后的联合作业分析图,见图 1。

改善前清花上盘 24 包,平均用时 40 min。改善后以 8 包为一个周期共用时 500 s,上盘 24 包用时 25 min。和改善前相比减少时间 15 min,减少工作时间 37.5%。

###### 方案 B:电动叉车

使用电动叉车搬运棉包(污染少),根据排包图,将需要的棉包运送至抓棉区,放到指定位置后,调整叉车臂,抓住棉包底部,将棉包放倒。叉车代替运送棉包工作,原来负责整理棉盘的工人不变,两人协作完成上盘工作,减少 1 个,而且也极大地减轻了员工的劳动强度,降低了劳动成本。

工序名称: <u>清花上盘</u>		时 间: _____			
工 种: <u>上盘工</u>		■ 代表工作	□ 代表空闲		
工人 A	工人 B	工人 C	时间/s	备注	
运送棉包①	空闲	打扫卫生	20		
			40		
		空闲	60		
			80		
运送棉包③	运送棉包②	去除①外包装,放倒棉包,空闲 4 s	100		
			120		
		运送棉包④	去除②外包装,放倒棉包,空闲 4 s	140	
				160	
运送棉包⑤	运送棉包④	去除③外包装,放倒棉包,空闲 4 s	180		
			200		
		运送棉包⑥	去除④外包装,放倒棉包,空闲 4 s	220	
				240	
运送棉包⑦	运送棉包⑥	去除⑤外包装,放倒棉包,空闲 4 s	260		
			280		
		运送棉包⑧	去除⑥外包装,放倒棉包,空闲 4 s	300	
				320	
使用切割刀割断每一包的紧固带需 5 s,共 40 s	运送棉包⑧	去除⑦外包装,放倒棉包,空闲 4 s	340		
360					
抽出①紧固带并整理	抽出③紧固带并整理	去除⑧外包装,放倒棉包,空闲 4 s	380		
抽出②紧固带并整理	抽出④紧固带并整理		400		
空闲	空闲	抽出⑤紧固带并整理	抽出⑦紧固带并整理	420	
			抽出⑥紧固带并整理	抽出⑧紧固带并整理	440
		打扫卫生	460		
			480		
			500		
	工作周程/s	工作时间/s	空闲时间/s	利用率/%	
工人 A	500	400	100	80	
工人 B	500	400	100	80	
工人 C	500	428	72	85.60	

图 1 清花上盘工联合作业方法设计

###### 方案 C:天桥吊车

采用天桥吊车,替代运棉工作与上盘排包工作,1 人负责遥控吊车与去除抓棉区的紧固绳,所以清花上盘工序只需要 1 人,减少 2 人。极大地减轻了员工的劳动强度,降低了劳动成本,提高了效率。

### 3.2 粗纱单元

对粗纱换空纱管工作进行模特法(MOD)分析和改进,现行的方法见表1。

经过分析发现,改进前,粗纱锭与龙筋位置比较靠近,换上粗纱空管时,需要将粗纱空管向上提起套住粗纱锭,再向下按下,员工操作不方便,导致了动作的浪费。改进后,在换粗纱管前将龙筋位置降低,这样可以

免去向上提起粗纱空管套住粗纱锭的动作,减少3个MOD数,节约时间 $= (2.45\text{ s} - 2.06\text{ s}) / 2.45\text{ s}$ , 15.9%,即1h工作量节省时间9min,使员工操作省时省力,工作效率提高。改善后的方法见表2。

### 3.3 细纱单元

对细纱顶纱工作进行模特法(MOD)分析和改进,现行方法见表3。

表1 粗纱换空纱管现行方法

工种:粗纱挡车工		人数:1			
工作内容:换空纱管		日期:			
MOD数:19 时间:2.45 s					
左手动作		时间		右手动作	
动作叙述	分析式	MOD值	分析式	动作叙述	
伸手抓取粗纱空管	M2G1	3	M2G1	伸手抓取粗纱空管	
将空管竖立,移动空管	M3P0	3	M3P0	将空管竖立,移动空管	
向上提起空管套出粗纱锭	M3P2M2P2	9	M3P2M2P2	向上提起空管套出粗纱锭	
按下	A4	4	A4	按下	

表2 粗纱换空纱管改进方法

工种:粗纱挡车工		人数:1			
工作内容:换空纱管		日期:			
MOD数:16 时间:2.06 s					
左手动作		时间		右手动作	
动作叙述	分析式	MOD值	分析式	动作叙述	
伸手抓取粗纱空管	M2G1	3	M2G1	伸手抓取粗纱空管	
将空管竖立,移至相应位置	M3P2M2P2	9	M3P2M2P2	将空管竖立,移至相应位置	
按下	A4	4	A4	按下	

表3 细纱顶纱现行方法

工种:顶纱工		人数:1			
MOD数:59 时间:7.61 s		日期:			
左手动作		时间		右手动作	
动作叙述	分析式	MOD值	分析式	动作叙述	
等待	BD	11.5	B17/2M2G1	弯腰伸手握住纱管A端	
伸手托住粗纱管	M3G0	10.5	B17/2M2P0	起身,取出纱管	
持住	H	6	M2P0M3G1	松开A端,伸手握住B端	
松开粗纱管A端,抓住纱头缠线1周	M2P0M3G3C4	9	H	持住	
扶住A端,向上旋转	M1G1M4P0	6	H	持住	
将手移回身前	M4P0	7	M5P2	向上顶纱	
等待	BD	6	M2P0M4P0	松手,手移回身前	

备注:A端—顶纱时与细纱机接触端;B端—悬空端。

运用动作经济原则对其改进,把右手工作弯腰伸手握住纱管A端分配给左手,减少粗纱锭前后转置次数。减少右手的松开A端,伸手握住B端工作,减少6MOD值,从而减少动作浪费,缩短整个双手作业流程。改善之后节约时间 $= (7.61\text{ s} - 6.84\text{ s}) / 7.61\text{ s}$ , 10.1%,即1h工作量节省时间6min,减轻了员工工作量,提高了效率。改进后的方法见表4。

### 3.4 络筒

表5为根据抽样的络筒挡车0.5h工作流程程序图得到的统计表,发现工人的走动路线不确定,经常无目的地走动,发现哪里有问题就去哪里,导致了很多重复性的工作。例如0.5h统计到的找细纱锭线头工作就有22次之多,5台机器平均下来每台接近5次,将这些相同的工作安排在一起进行,能够减少员工的走动时间和距离。

表4 细纱顶纱改进方法

工种:顶纱工		人数:1		
MOD数:59 时间:6.84 s		日期:		
左手动作		时间	右手动作	
动作叙述	分析式	MOD值	分析式	动作叙述
弯腰伸手握住纱管 A 端	B17/2M2G1	11.5	BD	等待
起身,取出纱管	B17/2M2P0	10.5	M3G1	伸手握住纱管 B 端
松开粗纱管 A 端,抓住纱头缠线 1 周	M2P0M3G3C4	9	H	持住
扶住 A 端,向上旋转	M1G1M4P0	6	H	持住
将手移回身前	M4P0	7	M5P2	向上顶纱
等待	BD	6	M2P0M4P0	松手,手移回身前

备注:A 端—顶纱时与细纱机接触端;B 端—悬空端。

表5 络筒挡车工工作统计

工作内容	总计时间/s	百分比/%
找细纱锭线头	685	37.8
接断头	562	31.0
运输	310	17.1
休息	120	6.6
其他	133	7.3
总计	1810	

### 3.4.1 流程改进

重新设计挡车工巡回路线,使挡车工走动路线减少重复,形成流程。如图2所示,员工第一次巡回一趟回来至车头处不进行找细纱锭线头的工作,而是继续巡回下辆车。等第二次巡回至同一地方时再进行找细纱锭线头的工作,改善后,员工找细纱锭线头=22-11=11次,相当于减少了从车尾走到车头的的时间,员工从车尾走至车头平均用时10s,即半小时减少时间 $11 \times 10 \text{ s} = 110 \text{ s}$ ,减少6.1%。减轻了员工工作量,提高了生产效率,缩短了整个流程。

### 3.4.2 工装器具的改进

机器识别不了的细纱都是放在络筒头全封闭的铁盒子里,改进后铁盒子的四周侧面开个直径5cm的圆孔,员工在远处就可以看见细纱锭盒子里的细纱锭数目,然后做出判断需不需要走过去进行操作,减少了员工走动距离。

## 4 结语

基于当前纺织行业劳动成本的增加,员工劳动强度过大,员工满意度低等问题,针对纺纱行业某龙头公司清花、粗纱、细纱、络筒等工序,运用工业工程的联合作业分析、流程程序分析、MOD 等方法进行改善。绘制了清花上盘工序新的联合作业分析图,并提出运用机器操作减少人员使用和员工的劳动强度,降低了劳动成本。对粗纱、细纱运用 MOD 法分析,降低了员工的劳动强度,提高了员工工作率。对络筒工序运用

流程程序分析,绘制了新的巡回路线,并对工装器具进行改进,从而减少员工的无缘由走动,提高了员工工作效率。使操作更加科学化,生产更加合理,运用的工业工程改善方法对其他纺织企业也有借鉴意义。

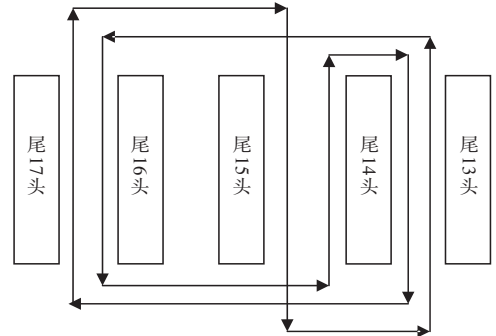


图2 络筒挡车工作改进后的巡回路线示意图

### 参考文献:

- [1] 黄毅敏,齐二石.工业工程视角下中国制造业发展困境与路径[J].科学学与科学技术管理,2015,36(4):85-94.
- [2] 姚穆.我国纺织产业面临的挑战与对策[J].棉纺织技术,2014,42(2):1-4.
- [3] 章友鹤,赵连英,陈璟,等.转型升级与创新发展:我国纺织工业从大到强的必由之路——参加2015中国纱线质量暨新产品开发技术论坛的启示[J].浙江纺织服装职业技术学院学报,2015,14(3):1-7.
- [4] 薛子平.新常态下的纺织企业创新建设[J].棉纺织技术,2016,44(11):36-38.
- [5] 易树平,郭伏.基础工业工程[M].北京:机械工业出版社,2005.
- [6] 薛伟,蒋祖华.工业工程概论[M].北京:机械工业出版社,2015.
- [7] 庞新福,杜茂华.基于工业工程中模特法的动作研究[J].机电产品开发与创新,2007,20(3):28-30.
- [8] 齐二石,霍艳芳.工业工程与管理[M].北京:科学出版社,2011.

表4 织物透气性测试结果

布样序号	测试面积/cm <sup>2</sup>	测试压力/Pa	喷嘴口径/mm	透气率/mm·s <sup>-1</sup>			
				1	2	3	平均值
2 <sup>#</sup>	20	100	4.0	625.60	614.70	603.74	614.68
4 <sup>#</sup>	20	100	4.0	678.14	670.10	689.54	679.26
8 <sup>#</sup>	20	100	4.0	594.76	601.34	587.16	594.42

表5 织物缩水性测试结果

单位:cm

布样序号	标记	水洗前	水洗后
2 <sup>#</sup>	20×20	20×20	19.5×19.5
4 <sup>#</sup>	20×20	20×20	19.2×19.2
6 <sup>#</sup>	20×20	20×20	19.4×19.4

从表5可看出,水洗过后会发生缩水现象,但织物的缩水性总体上不是很大,织物的形态结构较稳定。

### 3.2.3 耐磨性

织物耐磨性测试结果如表6所示。

表6 织物耐磨性测试结果

布样序号	摩擦次数/次			
	1	2	3	平均值
3 <sup>#</sup>	103	115	119	112
5 <sup>#</sup>	87	90	92	90
9 <sup>#</sup>	98	95	92	95

从表6可看出,布样3<sup>#</sup>的耐磨性最好,因为蜂巢组织织物的厚度较大,耐磨性较好。

## 4 结语

开发了具有少数民族风格的床单织物出水芙蓉、蓝色天空、花灵翡翠三个系列产品,通过织物仿真模拟来达到织物设计的预期效果;对布样进行性能测试,平纹织物的透气性最小,斜纹织物较大;三种织物形态结构稳定,没有大的差异;蜂巢组织织物耐磨性最好。

## 参考文献:

- [1] 高小红,邹启华.家用纺织品配套设计与工艺[M].北京:中国纺织出版社,2014.
- [2] 袁雅清.传统图案在家纺设计中的应用方式分析:以植物类图案为例[J].现代装饰(理论),2015,(12):10-11.
- [3] 韩涵.当代家纺设计之消费审美表现研究[D].济南:山东大学,2007.
- [4] 杨娟.家用纺织品的定制及其营销方案设计[J].纺织导报,2013,(12):86-88.
- [5] 孔丽波.壮族服饰文化的审美意蕴论析:以云南文山壮族为例[D].昆明:云南大学,2011.
- [6] 曲义.论中国少数民族服饰中蕴含的图腾文化[J].红河学院学报,2015,(4):14-15.
- [7] 王琪琦,过宏雷.中国元素在现代家纺设计中的发展趋势[J].轻纺工业与技术,2013,(4):35-36.

## Design of Light Fancy Bedspread Fabric for Minorities

YAO Jiong-ping, MENG Jia-guang\*

(School of Textiles and Materials, Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

**Abstract:** The current status of bedspread fabric for minority was analyzed. Three series of bedspread fabrics of water hibiscus, blue sky and flower spirit emerald were developed. Permeability, shrinkage and abrasion resistance of the fabric were tested and analyzed.

**Key words:** bedspread fabric for minority; fabric design; weaving; fabric performance

(上接第8页)

## Application of Technology and Method of Industrial Engineering in Textile Enterprise

WU Xue-bing, WEN Yan\*, SHAO Kun

(School of Business, Qingdao University, Qingdao 266071, China)

**Abstract:** The blowing, roving, spinning and winding process of a textile leading enterprise were used as the study object. Combined operation analysis, process analysis and MOD method of industrial engineering were used to improve the deficiency. Labor amount of the workers were reduced, labor time of the workers was shortened and work efficiency was improved to make the operation more scientific and production more reasonable. The improvement methods of industrial engineering also had a reference for other textile enterprises.

**Key words:** industrial engineering; textile; process optimization