

文章编号:1006-8309(2009)02-0014-04

基于工效学原理的 MOD 法在生产线平衡中的应用

高广章

(郑州航空工业管理学院, 郑州 450015)

摘要:从工效学原理出发,运用模特排时法(MOD)对某公司装配线流程和节拍进行测定与分析,指出该工段在任务分配、操作方法、标准时间等方面存在的缺陷,在此基础上,运用动作经济原则提出改进方案,并对改进前后的结果进行了对比分析,结论证明改进效果明显。

关键词:工效学;模特排时法;生产线平衡;标准时间

中图分类号:TH18;F406.2

文献标识码:A

The Application of MOD Method Based on Ergonomics in Streamline Balance

GAO Guang - zhang

(Zhengzhou Institute of Aeronautical Industrial Management, Zhengzhou 450015, China)

Abstract:Based on the principle of Ergonomics, the flow process and rhythm on assembly line in the company are measured and analyzed carefully by MOD method and problems of the working distribution, operation ways, working hour in the streamline are pointed out. According to the economical actions principle, the paper presents an improvement to the above - mentioned, which plays an important part in reducing the job time and enhancing the whole streamline balance. Through the contrast and analysis between old and new project, it proves the improvement in effect is very obvious.

Key words:Ergonomics; MOD method; streamline balance; standard time

1 引言

随着企业规模的发展壮大,销售业务不断上升,市场有时会呈现井喷式爆发,为了满足急剧扩大的市场,企业往往采取增加生产线、大量投资固定资产等措施来增加生产能力,从而极大地增加了企业的负担。而通过对现行生产线问题进行分析,找出制约设备发挥效能的因素并实施改善,提高生产线的平衡性,就可以在几乎不增加投资的基础上达到扩大产能的目的^[1]。生产线水线平衡(Streamline Balancing)就是对生产线的全部工序进行平均化,调整作业负荷,以使作业时间尽可能相近的技术手段与方法,是生产流

程设计中最重要方法体系。衡量生产线平衡状态的主要指标即生产线平衡率,通常以百分率表示。生产线平衡率通常用公式(1)给予确定:

生产线平衡率

$$= \frac{\text{各工序的时间总和}}{\text{人或机器的数目} \times C.T} \times 100\% \quad [2]$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{\text{人或机器数目} \times C.T} \times 100\% \quad (1)$$

其中 C.T(Cycle Time)指生产线最长作业时间(Pitch Time),即周程时间。

为了核算生产线的能力,对比改善效果,给出生产线平均日产能的通用公式。

基金项目:国家自然科学基金(70771102/G01);航空基础科学基金(05J55004,2007ZG55006)

作者简介:高广章(1974 -),男,山东菏泽人,讲师,硕士,研究方向:工业工程,(电话)13526663308(电子信箱)gg-zde@zzia.edu.cn。

日产能 = $\frac{\text{日作业时间} \times \text{工时利用率} \times \text{产品良率}}{\text{生产线周程时间}}$ (2)

工时利用率取决于企业管理制度,而产品良率则决定于企业质量控制的力度,两者均取一个小于 1 的数值,但越是接近于 1 越好。

2 MOD 法与工效学原理

模特排时法(简称 MOD 法)根据人体工效学和疲劳研究的结果,以人的最低能耗动作的时间消耗作为动作的时间单位,使操作者的劳动紧张程度适当,降低操作者疲劳,提高工作效率,并且能够克服工作设计缺陷,进行作业改善。实用中以工效学实验为基础,根据操作时人体动作的部位、动作距离、工作物的重量等,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。运用 MOD 法,无需经过现场测时,而是利用预先为各种动作制定的标准时间来确定完成一项工作所需要的正常时间。MOD 法具有形象直观、动作划分简单、好学易记、使用方便、适合实际生产操作等优点^[3]。基于工效学实验总结出 MOD 法的基本原理如下:

(1)通过大量的试验研究,将生产实际中操作的动作归纳为 21 种。

(2)相同条件下,不同的人做同一动作所需时间值基本相等。

(3)使用身体不同部位动作时,其动作所用的时间值互成比例,如手腕的动作是手指动作的 2 倍,小臂的动作是手指动作的 3 倍等。因此,根据手指一次动作时间单位的量值,可直接计算其他身体部位动作的时间值。

(4)MOD 法时间单位的设定,根据人的动作级次来确定。以一个正常人的级次最低、速度最快、能量消耗最少的一次手指动作的时间消耗值,作为时间单位,即 1 MOD = 0.129s。同时,还可在运用中根据企业的实际情况,决定 MOD 的单位时间值大小。^[4,5]

3 生产线分析

深圳某公司是一家专业开发、生产各类型电子连接器、DC 插头等产品的中外合资企业,全面落实并严格 ISO9000 品质保证系统进行管理,公司决定从 2007 年起把公司的产能扩大 3 倍。为此,公司决定最大限度地挖掘现有生产线的潜能,改善因生产线工位布置不合理而导致的生产线平衡率降低,以求以最小的投资获取最大的收

益。下面以焊接连接器生产线为例进行分析。

3.1 焊接连接器生产线问题研究

焊接连接器生产线是公司的关键生产线,目前公司拥有 4 条该生产线,其主要工序包括修剪线头、沾锡、装套管、烫焊、电测、理线。由于该工段是以手工作业为主,主要运用模特排时法对各工位的现行作业时间进行重新测定。并以“烫焊”工位为例,介绍 MOD 法在测量作业时间的应用,烫焊工位的工人操作程序如图 1 所示。首先,伸右手去取放在半成品暂放盒中的线,放在相应的位置,调整方向双手握住线的一端(装有套管的一端)插入套管定型模板,调整套管位置,右手取吹烫机,并反复吹烫焊,然后放回吹烫机,左手取下烫焊好的线并放回暂放盒中。整个操作的 MOD 分析式如表 1。

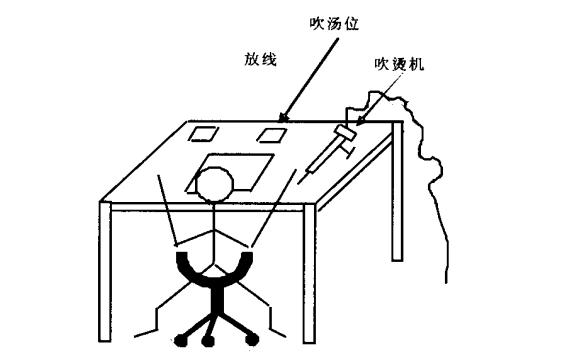


图 1 改善前工作台布置示意图
表 1 改善前左右手 MOD 分析表

左手动作			时间	右手动作			时间
动作叙述	分析式	MOD 值		动作叙述	分析式	MOD 值	
空闲	BD	6		伸手取线	M5G1	6	
空闲	BD	5		放到相应位置	M5P0	5	
辅助右手	(M1)	4		插入套管模板	M2P2	5	
空闲	BD	5		取吹烫机	M4G1	5	
空闲	BD	3		反复吹烫套管	M3	3	
空闲	BD	4		放回吹烫机	M4P0	4	
将线取下	M3G1	4		空闲	BD	0	
放到盒中	M3P0	3		空闲	BD	0	
合计		34				27	

表中:BD 表示空闲,不占用时间
根据 MOD 值,计算出烫焊工位的作业标准时间,需要利用公式(3)

标准时间 = 正常时间 × (1 + 宽放率)
= $\sum MOD \times 0.129 \times (1 + 15\%)$
= $340.1291.15 = 5s$ (3)

公式中正常时间用模特法确定不需评比,取宽放率为 15%,其中作业和车间宽放率为 10%;私事宽放率为 2%;疲劳宽放率 3%。

应用同样的方法,可以测定其他工位的标准作业时间,各工位标准时间如图 3 改善前直方图所示。

3.2 核算生产线平衡率

工序作业时间是核算生产线平衡率的基础数据,也是找出瓶颈工序的依据。该工段的时间利用率和产品良率均为 95%,利用公式(1)和公式(2)可以计算出原始状态下的生产线平衡率和生产能力。

生产线平衡率 = $\frac{3+2.8+2.7+5+2.9+2.4}{6 \times 5} = 62.67\%$

日产能 = $\frac{8 \times 3\,600 \times 0.95 \times 0.95}{5} = 5\,198(\text{件})$

这意味着在生产过程中,有 37.33% 的时间由于生产线配置不平衡而损失了。由图 1 中数据可以看出,导致生产线平衡率低的主要原因是瓶颈工序的作业时间与其他工序的作业时间相差较大。如果能将瓶颈工位的作业时间降下来,就可以提高该工段的生产线平衡率,生产线的优化也就基本成功了,生产效率自然会提高。

4 改善方案设计 & 实施

依据工效学原理和动作经济原则,减少动作幅度,缩短动作距离,有效发挥人的动作能力,既能使作业者的疲劳最少,又使动作迅速而容易,增加有效的工作量。

4.1 确定优化目标

该生产线烫焊工位用时相对较长(5s),所以该工位是重点优化对象,该工位主要以手工作业为主,必然将研究的重点放在了作业动作的合理性上。通过观察发现两个大弊端,如图 1 所示。

(1) 货架的构造不符合动作经济原则。实际的工位布置中,物料和工具远离操作者,操作者每次取物料或者工具时都需努力伸臂,这是一个 4 级甚至 5 级动作,导致作业时间偏长,而且增加了操作者疲劳。

(2) 操作中大量的单手作业使操作动作不平衡而且延长了工序时间,操作者效率比较低。

(3) 应有适当的照明设备,工作台及座椅式样及高度应使工作者保持良好的姿势并感觉适

宜。具体表现为工作台台面设计的过高,超过人的上肢自然放松时肘关节的高度。

4.2 改善方案设计

针对生产线烫焊工位出现的诸多问题提出改善方案,确定本工序改善后的标准作业时间。

4.2.1 对烫焊工位货架的结构进行改造

将所有工具及物料都放在 3 级动作范围,即以肘部为活动范围以内。线作为物料放置在适合双手操作的工作区域内,使之尽量靠近操作员,并将货架的摆放改为弧型,操作者以三级动作即可取到物料,同时将吹烫机用“伸缩绳”悬挂于螺丝盒的正上方,取放吹烫机的动作都由 4 级调整为 3 级,不需要放回吹烫机,只需要右手放开即可。不仅减少了操作员手移动的距离,还降低了操作员的劳动强度,如示意图 2。

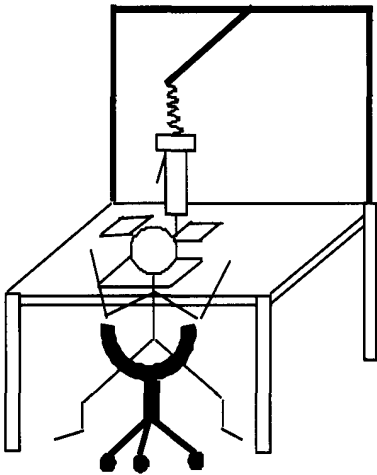


图 2 改善后工作台布置示意图

4.2.2 改单手动作为双手同时动作

原方案中右手操作放开吹烫机和左手操作将线取下,分两步完成。经过分析左手终结动作是 G1,右手无终结动作,均不需要注意力,具备双手同时动作条件,大大提高了效率。

4.2.3 调整工作台的高度,使作业人员坐在工作椅上且上臂自然放松时肘关节的高度与工作台的高度相等,方便操作员取线,提高了效率。

4.2.4 将线取回马上插入套管,就省掉了“放置到相应位置”的操作。经过一系列改善 MOD 值由原来的 34 减为 20,如表 2 所示。

表 2 改善后左右手 MOD 分析表

左手动作			右手动作		
动作叙述	分析式	MOD 值	动作叙述	分析式	MOD 值
空闲	BD	4	3 伸手取线	M3G1	4
辅助右手	(M1)	3	插入套管模板	M3P2	5
空闲	BD	4	取吹烫机	M3G1	4
空闲	BD	3	反复吹烫套管	M3	3
将线取下	M3G0	3	放开吹烫机	M2	2
放到盒中	M3P0	3	空闲	BD	0
合计		20			18

代入公式(3)可以算出改善后标准作业时间。

标准时间 = $\sum \text{MOD} \times 0.129(1 + 15\%)$
= $20 \times 0.129 \times 1.15 = 2.97\text{s}$

4.3 效果评价

比较改善前后的工序时间,绘制成对比直方图如图 3 所示,可以明显看出改善后的生产线比原来有了很大的改善。烫焊工位作业时间由 5s 降为 2.97s,不再是生产线的瓶颈工序,原来的次瓶颈工序修剪线头上升为瓶颈工序,代入公式(1)、公式(2)计算改善后的生产线平衡率和生产能力。

生产线平衡率 = $\frac{3 + 2.8 + 2.7 + 2.97 + 2.9 + 2.4}{6 \times 3} =$

93.17%

日产能 = $\frac{8 \times 3600 \times 0.95 \times 0.95}{3} = 8\,664(\text{件})$

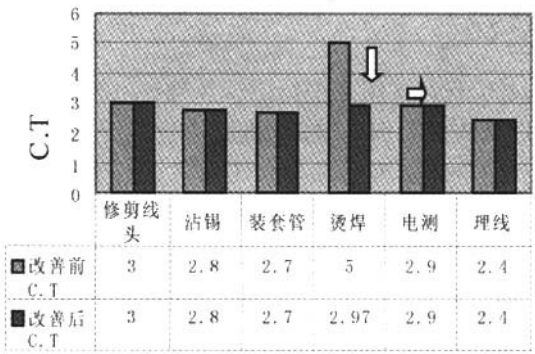


图 3 改善前后各工位标准作业时间对比直方图

经改善,生产线的平衡率由原来的 62.67%, 上升到现在的 93.17%,生产线的日产能由 5 198 件增产到 8 664 件,产能提高达到了 61.3%,每条

生产线现在的产能将提升为原来的 1.67 倍,原计划增加 8 条生产线,现在只需要增加 4 条就已经超额完成提高产能的目的,可直接减少设备和厂房扩充的投资,并同时降低了劳动强度。

5 结束语

制造业生产线的生产能力取决于一个或几个瓶径工位,而生产线布置是否合理、操作方法是否科学、工人的操作动作是否经济、工具设计是否方便使用、作业空间是否满足操作者的生理需求等都直接影响生产线的生产能力^[6,7]。因此解决瓶颈工位问题,降低生产线节拍时间,成为企业改造流水线所关注的焦点。应用工效学原理和 MOD 法进行优化设计可以对生产现场的人-机系统进行优化配置,达到改善作业环境、减轻工人劳动强度、提高生产能力的目的,解决了生产流水线的瓶颈问题,增强了生产线的平衡性,明显提高生产能力^[8]。相比一些传统投资的思路,降低生产成本,更能有效提高企业的市场竞争能力。


参考文献

[1] 郭伏,张国民. 工作研究在流水线平整中的应用[J]. 工业工程与管理,2005,10(2):120-124.
[2] 高广章,孙建华. 动作分析法在产线平衡中的应用[J]. 机械设计与制造,2007(7):204-206.
[3] 郭伏,李森,戴春风. 工效学原理在生产能力平整中的应用[J]. 人类工效学,200,17(4):61-63.
[4] 郭伏. 模特法在生产能力平整中的应用[J]. 东北大学学报(社会科学版),2003,5(1):31-33.
[5] 鲁建厦,兰秀菊. 生产装配系统优化设计[J]. 浙江工业大学学报,2003,31(3):290-292.
[6] 刘晋浩,侯东亮. 装配线平衡问题的求解方法浅析[J]. 森林工程,2006,22(4):21-23.
[7] Baybars I. A survey of exact algorithms for the simple assembly line balancing problem[J]. Management science,1986,32(8):909-931.
[8] 郭伏,杨学涵. 人因工程学[M]. 沈阳:东北大学出版社,2001:163-208.

[收稿日期]2008-07-02

[修回日期]2008-10-10

基于工效学原理的MOD法在生产线平衡中的应用

作者: 高广章, GAO Guang-zhang
作者单位: 郑州航空工业管理学院, 郑州, 450015
刊名: 人类工效学 
英文刊名: CHINESE JOURNAL OF ERGONOMICS
年, 卷(期): 2009, 15(2)
被引用次数: 0次

参考文献(8条)

1. 郭伏, 张国民 工作研究在流水线平整中的应用[期刊论文]-工业工程与管理 2005(2)
2. 高广章, 孙建华 动作分析法在产线平衡中的应用 2007(7)
3. 郭伏, 李森, 戴春风 工效学原理在生产能力平整中的应用[期刊论文]-人类工效学 2001(4)
4. 郭伏 模特法在生产能力平整中的应用[期刊论文]-东北大学学报(社会科学版) 2003(1)
5. 鲁建厦, 兰秀菊, 陈勇, 陈呈频, 陆松 生产装配系统优化设计[期刊论文]-浙江工业大学学报 2003(3)
6. 装配线平衡问题的求解方法浅析[期刊论文]-森林工程 2006(4)
7. Baybars I A survey of exact algorithms for the simple assembly line balancing problem 1986(8)
8. 郭伏, 杨学涵 人因工程学 2001

相似文献(1条)

1. 学位论文 宋宗强 解放汽车G116前桥装配线的研究 2003

该论文采用理论与实践相结合的方法, 运用工业工程、机械工程、人机工程学有关工作研究、方法研究、劳动定额、模特排时法等理论和方法, 在分析大量文献资料的基础上, 参考国内外在工程方面的最新研究和应用成果, 对解放汽车G116前桥装配线的组织设计进行了系统的重组和优化设计研究。论文首先介绍了青岛汽车厂的历史背景和解放汽车G116前桥总成装配流水线(以下简称装配线)目前存在着生产量供不应求而装配线各工序能力又不平衡的现实问题, 指出了模特排时法在青汽厂优化装配线的适用性和重要性; 其次, 论文系统地阐述了工作研究、工时定额以及装配线工序同期化的理论和方法; 在深入调查的基础上, 运用工作研究的理论对青汽厂装配线现状进行研究, 系统地分析了其现行工艺内容、操作动作, 计算了装配线目前的生产能力和作业平衡率, 并对装配动作进行了归纳分类, 着重分析了装配作业的部分典型动作, 使操作方法进一步标准化, 形成新的操作方法标准; 运用工效学的原理, 对青汽厂装配线有关噪声、照明等环境因素进行诊断分析并提出改进措施; 从人机工程学的角度分析论证了装配工具、工艺装备等工作条件, 对影响工作效率、作业能力的有关因素, 采取了相应的对策, 使工作条件进一步标准化。论文应用模特排时法对装配线重新制订工时定额标准, 降低装配线生产节拍, 提高装配线生产力, 按照动作经济原则, 通过工序剔除、合并、重排、简化使装配线作业均衡率由62%提高到76%。论文通过装配线重组与优化设计问题研究, 从工艺管理、质量管理、劳动定额管理等多方面系统地提出了相应的调整方案和配套改进措施。

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_rlgxx200902005.aspx

授权使用: 北京交通大学(北京交通大学), 授权号: 42f8850d-0f0e-4936-8828-9de300a7600f

下载时间: 2010年8月31日