

基于流程分析法的汽车座椅装配生产线改善

□ 张志强 □ 周炳海

上海交通大学 机械与动力工程学院 上海 200240

摘要: 针对汽车座椅装配过程,运用流程程序分析法对汽车座椅生产线的作业顺序、作业时间、移动距离等进行逐一分析,从而掌握当前整个生产线的状况,并在此基础上结合工业工程的 ECRS 原则针对作业顺序、生产线平衡等提出了改善方案。经过具体的方案实施,座椅生产线产能有了较大提高,生产线总体节拍比较平衡,工位间等待浪费得以明显改善。

关键词: 流程程序分析 生产线平衡率 装配线 工业工程

中图分类号: TG95

文献标识码: B

文章编号: 1000-4998(2007)10-0056-04

在整车厂实行拉动生产方式的模式下,座椅生产企业的生产节拍必须符合整车厂生产的需求节拍,不然就会造成整车装配短线现象。作为供应商的座椅生产企业,在满足客户需求节拍的前提下,追求自身运营的不断优化是实现消减自身隐性成本、增大企业盈利的主要方法。座椅生产线的生产效能直接影响了其生产企业的市场竞争力。

本文以李尔汽车座椅为研究对象,探讨了如何运用工业工程领域的流程程序分析法对汽车座椅装配线进行分析、改造,通过改进作业流程中的浪费、非增值作业使生产线的各项运营表现得以提升,在满足客户需求节拍的前提下,优化了整个装配线的效能、提升了生产效率。

1 流程程序分析

流程程序分析即采用流程程序图对产品的现场制造过程进行逐一、详细地分析各种存在的不合理及浪费现象,研究物料搬运、人员操作、人员的等待、物料的存储等优化作业流程顺序,从而得到较高的生产表现(较短的产品生产周期、较高的人员空间利用率、较少的产线不平衡损失等)。流程程序图由操作、检验、搬运、暂存、储存5种符号构成。这5个符号的图例,如表1所示。

表1 流程程序图使用符号

操作	搬运	检验	暂存	储存
○	⇨	□	D	▽

在分析的过程中,通常将整个产品的整个过程运用以上5个符合并配以现场实测数据来描述、分析改善的方向。分析的过程始终不忘工业工程的 ECRS 原则(Eliminate-取消, Combine-合并, Rearrange-重排, Simplify-简化),

收稿日期:2007年5月

对现场的细节逐一进行分析、提问,找出改善方法,优化过程流程。

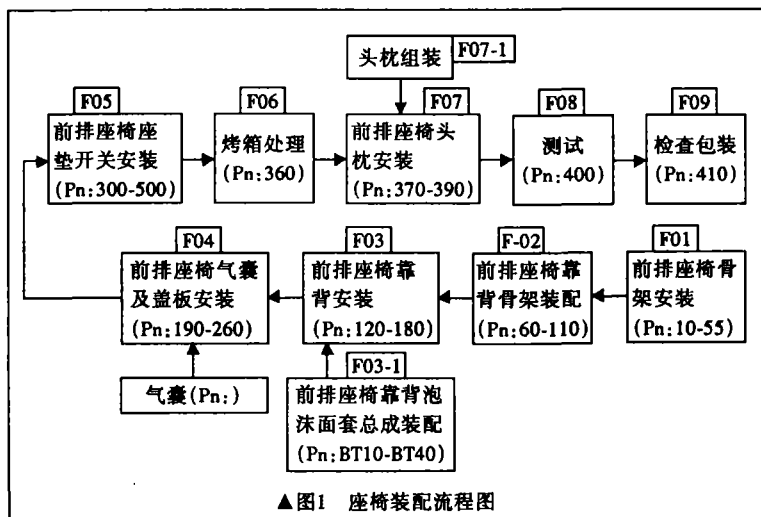
2 座椅装配生产线的程序分析

本文以汽车前排座椅装配线为例,应用流程程序分析找出流程中的重复、冗余、不合理现象,分析整个装配过程的流程改善点和工位改善点,针对流程和工位进行统一调整以达到生产线的效率提升。

2.1 座椅装配流程

汽车座椅作为汽车驾乘者直接接触的部件,汽车座椅在具有乘坐功能的同时又有着不同于一般人们概念中座椅的功能,比如:手动/电动坐垫升降调节,靠背倾角调节,加热通风,多媒体等。越是功能多的座椅其装配过程越复杂。本文提到的汽车座椅是一款高档汽车的座椅,其功能也涵盖了上述的座椅功能,装配的过程也很复杂。座椅的装配工艺流程,如图1所示。

这是整个前排座椅大致的工艺流程,这个工艺流程也反映了现场工位的布置,为了能得到更详细的工



▲图1 座椅装配流程图



艺流程,我们列出了更细部的工序,这些细部作业工序构成了整个座椅装配的框架,见表2左部所示。

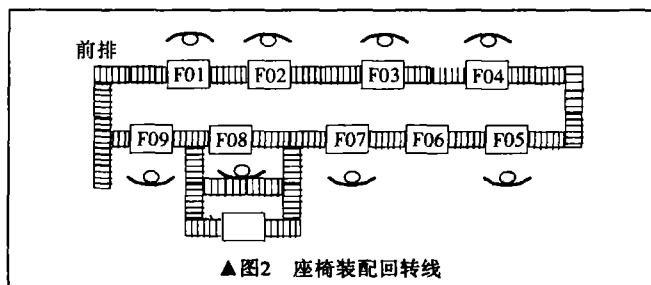
在现场,这些工序按照工艺的逻辑顺序和现场的操作习惯被分配到各个工位,在实施改善前主要分配情况如下,见表2左部所示。

表2 座椅装配工序工位分配表

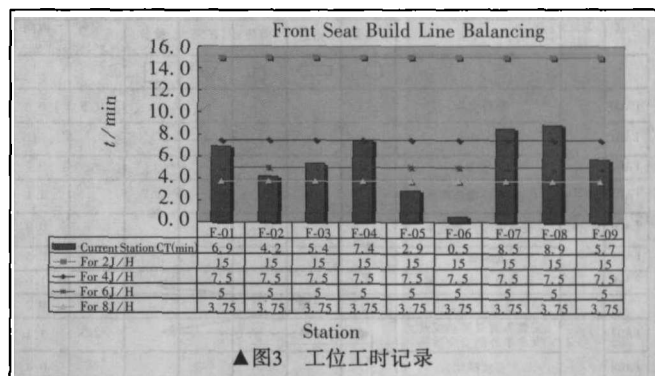
工序号	工序名	工位号	工位描述
FA00	物料上架	F01	前排座椅骨架安装
FA01	扫描		
FA02	固定滑道		
FA03	安装座椅线束		
FA04	安装安全气囊线束		
FA05	安装螺母		
FA06	安装内侧饰板支架	F02	前座椅靠背骨架装配安装
FA07	安装靠背骨架总成及安全带外侧安全插锁		
FA08	安装横梁		
FA09	固定线束卡钉		
FA13	安装内衬面板		
FA14	安装外衬面板		
FA15	安装U型塑料边框	F03	前排座椅靠背安装
FA16	安装靠背面套总成		
FA20	安装后侧饰板		
FA21	安装调角器外侧饰板	F04	前排座椅气囊及盖板安装
FA22	安装安全气囊总成		
FA23	安装安全带内侧插锁		
FA24	安装调角器内侧饰板		
FA25	安装安全带三角盖板	F05	前排座椅座垫开关安装
FA26	安装座垫总成		
FA28	烘烤	F06	烘烤
FA29	安装头枕总成	F07	前排座椅头枕安装
FA30	功能测试	F08	测试
FA32	贴3C标签	F09	检查包装
FA33	安装靠背面板		
FA34	检查整形		
FA35	送至仓储位置		
FA36	QC检查		
FA37	包装		

由表2可以看到,作业生产现场主要都分配在F01、F02、F03……F09这9个工位,实际现场分布在一个U型的回转工作台上,见图2所示。

经现场作业时间观察、观测,得到以下信息(见图



3), 我们可以看到总体工位间的平衡较差,实测下来经计算仅为63%。



2.2 流程程序分析

接下来,运用流程程序分析图来分析当前生产过程中的更详细的作业流程,根据流程程序图的5个图例绘制如下表格,记录整个座椅装配过程中的搬运、等待、操作、存贮、操作等,并根据现场的实际操作流程记录作业时间、在制品数量、搬运距离、使用工具等过程信息,见表3所示。

从表3的现状描述,我们可以看到改善前的生产线状况:操作24个,搬运10个(总共移动距离18.7 m),等待3个(共1.2+2.0+5.6=8.8 min),储存2个(据现场观测3个座椅在等待),检验17个(主要为每个工位的收料和完成品自检)。根据工位间的工时分析整条生产线平衡率只有63%,这说明也存在大约37%不平衡浪费的改善空间。

2.3 改善方案

根据上述分析结果,在追求效率最大化的前提下形成以下改善方案:

1)以优化生产线平衡率为目标的作业重组,重组基本上就是削峰填谷,但重组不代表随意组合,重组的过程要考虑到工艺流程的前后关系,要考虑现场的实际布置与物料摆放,要考虑到重组对原有操作影响的大小,在这里我们考虑针对F01至F07这7个工位进行重组(这里暂时不考虑F08、F09这2个工位,后续会有单独改善方案)。

①将F01工位部分工序(FA04、FA06)移到F02工位。因为这两个装配是可以单独分出的,而且处在F01内作业的后端,所以考虑整体挪到F02工位。这样F02工位的作业员只需在原有操作前加入这两个作业,不会影响到后续作业的顺序,作业员易于理解、识记。

②由于F01的FA04、FA06工序移到F02,我们考察工时增加较大,根据工时平衡的分析,将原先F02工位的FA14、FA15移入F03工位,同样是整体移入F03,对F03的原先工序影响不大。

③F03引入FA14、FA15后,工位工时也大大超出

表3 前排座椅装配流程程序分析-改善前

项目 Project Name 980 前排座椅装配流程程序分析(改善前)									
工序号	工位号	工序名	加工	搬运	等待	存储	检验	距离 /m	时间 /min
FA00		物料上架	○	⇒	D	▽	□	1.5	0.5
FA01	F01	扫描							1
FA02		固定滑道							0.7
FA03		安装座椅线束							3.1
FA04		安装安全气囊线束							0.9
FA05		安装螺母							0.5
FA06		安装内侧饰板支架							1.0
		传递至下一工位						1.8	0.2
FA07	F02	安装靠背骨架总成及安全带外侧安全插锁						2.3	1.1
FA08		安装横梁							0.4
FA09		固定线束卡钉							0.8
FA13		安装内衬面板							1.0
FA14		安装外衬面板							0.5
FA15		安装U型塑料边框							0.3
		等待							1.2
		传递至下一工位						1.5	0.2
FA16	F03	安装靠背套总成							2.8
FA20		安装后侧饰板							1.2
FA21		安装侧饰板							1.3
		等待							2.0
		传递至下一工位						1.5	0.2
FA22	F04	安装安全气囊总成							4.3
FA23		安装安全带内侧插锁							0.7
FA24		安装侧饰板							1.0
FA25		安装安全带三角盖板							1.3
		传递至下一工位						4.5	0.2
FA26	F05	安装座垫总成							2.9
		等待							5.6
FA28	F06	烘烤						2.3	0.5
FA29	F07	安装头枕总成							8.5
		传递至下一工位						1.2	0.1
FA30	F08	功能测试						0.6	8.9
		传递至下一工位						1.5	0.1
FA32	F09	贴3C标签							0.2
FA33		安装靠背面板							0.6
FA34		检查整形							0.2
合计			24	10	3	2	17	18.7	59.5

为了工时平衡的目标,所以同样考虑移出部分工序,考虑工艺过程的逻辑性,我们将 FA21移出,放入到 F04 工位。

④ F04 工位引入 FA21 工序后,这给本来工时就比较长的 F04 工位带来了很大的影响。经现场观察,F04 工位本身安装的安全气囊需要在本工位做小的总成件,这部分工时是可以在线外准备的。由此,提出一个改善方案,将 F04 工位中的安全气囊小总成移至生产线外组装,组装的量可根据客户的需求节拍确定一个缓冲。这样,F04 工位的工时降到了 5.2 min。

⑤ F05 本身已经产能过剩,我们将 F04 的安全气囊分装作业安排给这个工位,这样 F05 工位的等待现象得以降低,F04 的气囊的缓冲库存也可降低。

⑥ F06 本身就是一条加热的传送带,产能极高,无需人工操作,我们这里把它当作自动的传送带不考虑线平衡问题。

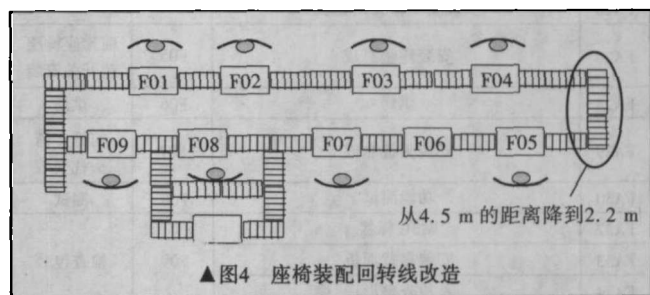
⑦ F07 工位工时很长,这里也考虑头枕线外分装的方案,由此,总装工时得到下降。线外分装可由 F05 工位人员来支持。

2) F08、F09 这 2 个工位是最后两道工序,主要是测试和检验,不对产品发生物理性变化。由此,我们根据客户的需求量考虑以下两个方案:

① 采购新测试机,增加 F08 产能。这种方法能够从长远满足客户的量大的需求(每日一班 45 套),但这个方案需要设备投资。

② 将 F08、F09 工位实行 2 班制(目前整个生产线实行一班制),为了能够发挥线体的整体产能表现,F08、09 工位实行 2 班制可以支持到每天近 45 车套($6 \times 7.5 = 45$)。

3) 针对工位间距进行调整以减小工位间的搬运距离,特别是从 F04 到 F05 工位,原方案移动距离较大,在设施上对传送带进行改造,可缩短间距到 2.2 m,见图 4 所示。



经由以上的分析及改善设想,我们可以看到通过工位间的工序调整、合并等能对现有生产线进行改善。由此,我们再次运用流程程序分析图对我们的改善方案进行细化、量化,基于改善方案的流程程序图分析,见表 4 所示。

3 改善实施效果

根据流程程序分析后的改善方案,我们实施具体的改善行动,对于 F08 工位,经公司管理层决定,采用新购设备的方案。由此,我们得到改善的效果如下:线平衡达到 80.8%,见图 5 所示。

其他指标前后对比,见表 5 所示。

可以看出,生产节拍由 8.9 min 缩短到 5.4 min,产能得到了很大的提升(每班从 25.3 到 41.7 车套),搬运、等待的浪费也得以改善,在不增加人员的情况下基本

表4 前排座椅装配流程程序分析 - 基于改善方案

工序号	工位号	工序名	加工	搬运	等待	存储	检验	距离 /m	时间 /min
FA00	F01	物料上架	○	→	D	▽	□	1.5	0.5
FA01		扫描							1
FA02		固定滑道							0.7
FA03		安装座椅线束							3.1
FA05		安装螺母							0.5
FA04	F02	传递至下一工位						1.8	0.2
FA04		安装安全气囊线束							0.9
FA06		安装内侧饰板支架							1.0
FA07		安装靠背骨架总成及安全带外侧面安全插锁						2.3	1.1
FA08		安装横梁							0.4
FA09	F03	固定线束卡钉							0.8
FA13		安装内衬面板							1.0
FA14		传递至下一工位							
FA14		安装外衬面板							0.5
FA15		安装U型塑料边框							0.3
FA16	F04	传递至下一工位						1.5	0.1
FA16		安装靠背骨架总成							2.8
FA20		安装后侧饰板							1.2
FA21		传递至下一工位							0.2
FA21		安装调角器外侧饰板							1.3
FA22	F05	安装安全气囊总成							0.8
FA23		安装安全带内侧插锁							0.7
FA24		安装调角器内侧饰板							1.0
FA25		安装安全带三角重板							1.3
FA26		传递至下一工位						2.2	0.2
FA28	F06	安装座垫总成							5.4
FA28		烘烤						2.3	0.5
FA29		安装头枕总成							5.0
FA30		传递至下一工位						1.2	0.1
FA30		功能测试						0.6	8.9
FA32	F09	传递至下一工位						1.5	0.1
FA32		贴3C标签							0.2
FA33		安装靠背面板							0.6
FA34		检查整形							5.0
合计			24	8	0	0	13	14.9	46.1

达到了中长期的产能目标。

4 结束语

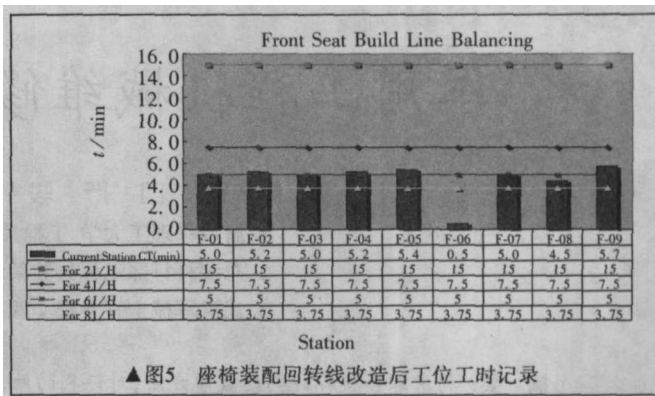


图5 座椅装配回装线改造后工位工时记录

表5 各项运营指标前后对比

	加工	搬运	等待 D	存储	检验	距离 /m	加工时间 /min	节拍 /min	产能/车套
改善前	24	10	3	2	17	18.7	59.5	8.9	25.3
改善后	24	8	0	0	13	14.9	46.1	5.4	41.7
节约量	0	2	3	2	4	3.8	13.4	3.5	增加16.4

通过本次改善案例,可以看到流程程序分析对于现场改善提升产能是很有效用的,能够对现场具体的操作、搬运、等待等细部浪费一一描述,这为改善提供了机会。在应用流程程序分析的过程中,可以看到,工业工程的其他相关知识也是实施改善的基础,比如在流程程序分析的过程中会用到工时测定、线路图分析、方法研究等 IE 手法,这些基本的手法都是改善的基础。此外,改善是无止境的,要以客户满意为目标,运用持续改善的理念不断去改善、提高当前的状况。

参考文献

- 1 范中志,张树武,孙义敏. 基础工业工程[M]. 北京:机械工业出版社,1993.
- 2 郭红伟,钱省三. IE 在 CELL 生产方式中的应用[J]. 工业工程,2003,6(5): 56-60.
- 3 石渡淳一. 最新现场 IE 管理[M]. 深圳:海天出版社,2004.
- 4 Massoud Bazargan. Layout Designs in Cellular Manufacturing [J]. European Journal of Operational Research, 1999, 112: 258-272.

(编辑 林凡)

SolidWorks 举办2007创新日活动

2007年8月31日,3D CAD 技术供应商——SolidWorks 与上海生信计算机科技发展有限公司联手在苏州凯莱大酒店举办了“远见于设计”的 SolidWorks 2007 创新日活动。

上海生信计算机科技发展有限公司总经理吴尔超首先致欢迎词,随后, SolidWorks 公司华东区渠道销售经理熊浩作了“远见于设计”的主题报告。来自于 SolidWorks 的多位服务工程师与来自各行各业的 SolidWorks 用户展开了生动有趣的互动讨论,共同探讨3D 创新设计的现状和未来发展前景,分享设计经验,提升设计能力。

生产汽车油门控制系统的威廉姆(苏州)控制系统有限公司的设计工程师殷晓芳介绍了使用 SolidWorks 系统软件后的体会,他认为 SolidWorks

软件人性化、容易上手、菜单操作形象化;使用 SolidWorks 可使设计效率提高很多;由于是三维设计,图形易懂,更便于与客户交流;该公司使用的 SolidWorks 系统软件包含了设计、仿真、有限元验证计算和 PDM,使产品设计、生产、管理等各方面都大大提高了效率。

生产条形码扫描仪的码捷(苏州)科技有限公司的袁卓伟工程师介绍了使用 COSMOS 的心得体会,他认为软件易学易用,使用 COSMOS 有限元分析、应力计算时参数转换方便,特征不易丢失,工作效率提高很多。

创新日活动为 SolidWorks 软件的相关各方——软件提供商、解决方案合作伙伴、经销商和最终用户之间提供了一个最佳的信息交流平台。

(本刊讯)