

工业工程技术在神龙公司襄樊工厂的应用

陈红军

(神龙汽车有限公司,湖北 襄樊 441004)

[摘 要] 以生产轿车发动机、变速箱、车桥的机加工厂为例,阐述了一人多机、快速换型、精益生产等工业工程技术在生产现场的应用情况,以及在生产能力、劳动生产率、物流及信息流方面取得的成果,供相关人员参考或引用。

[关键词] 一人多机;快速换型;精益生产;交替式物流

[中图分类号] JF273

[文献标识码] A

[文章编号] 1005-152X(2010)13-0158-03

Application of Industrial Engineering Technologies in Citroen at Xiangfan

CHEN Hong - jun

(Dongfeng Peugeot Citroen Automobile Co., Ltd., Xiangfan 441004, China)

Abstract: The paper studies the on - site application of industrial engineering technologies in the case of mechanical processing factories that manufacture engines, gearboxes and axle shafts of sedan cars and expounds the influence of technical or managerial initiatives such as one worker multiple machine, SMED and lean production on production capacity, productivity, logistics operation, and information flow, hopefully providing reference for the relevant personnel

Keywords: one worker multiple machine; SMED; lean production; alternating logistics

1 引言

随着中国加入世贸组织以后,中国开始逐步而全面地融入全球市场。中国的汽车制造业也随之展开了与全球同行业者的激烈竞争,这种竞争是基于时间和基于客户需求的竞争。对于神龙汽车有限公司动力总成的生产基地——襄樊工厂,经过十几年的发展,逐步总结出一系列切实可行的做法,并在生产现场得到广泛应用,确保源源不断向市场提供高质量、低成本和用户满意的产品,这些具有自己特色的技术方法,主要涉及工业工程技术中的工作研究、物流工程以及人机工程等,现将具体应用情况及效果阐述如下。

2 推行一人多机工作模式

一人多机是指一人同时操作同一工序或不同工序的多台设备,充分利用等待设备加工的时间而进行其它设备的各项操作,从而缩短等待时间和提高作业充实度,达到减少作业人员的目的。这一方法已广泛应用到变速箱钢件及发动机凸轮轴等单机生产线。

现以生产车桥 ABS品种的转向节和后臂加工中心为例:其加工设备编号分别为 XF2153和 XF2154,两台设备之间距离达 20余 m,中间还有一台清洗机阻隔,因受设备平面布置的影响,现场需要操作工 2名,分别在两台设备上操作,每名操作工的等待加工时间占总工时的 72%。通过优化平面布置,将 XF2154设备搬至 XF2153设备旁边,间距从 20余 m缩短到 3m,消除中间障碍, XF2153设备的操作工在完成本设备上料操作后,利用等待设备开始加工至加工结束这一段时间,再到 XF2154设备的工位,进行该设备上料,以及在加工时间

和加工停止后的各项操作,实现了一人两机的操作。改善后的效果见表 1。

表 1 改善前后主要数据对比

指 标	改善前数据	改善后数据	改善效果说明
生产节拍(分钟/辆份)	5.566	5.566	保持不变
操作工等待时间(分钟/辆份)	7.840	3.046	缩短 51%
人工工时(分钟/辆份)	10.880	6.259	节省 57%
操作工负荷率(%)	28	56	提高 1倍
操作工人数(个)	2	1	减少 1个

在神龙公司襄樊工厂新建项目中,机械加工生产线推行精益生产模式,通过建立环形滚道,零件上下料采用推拉方式,实现一人多机生产,工序的检查、换刀等辅助操作集中由专人完成,减少操作工,提高了生产线的生产能力,节约了零件堆放面积。如发动机缸盖生产 3线的 10台加工中心,分别布置在两个 U型区域,实现了一人三机、一人四机操作后,操作工的等待时间缩短了 80%,负荷率提高了 1.7倍,这样就减少操作工 6名,同时还减少了零件堆放面积 45m²,年节约成本 31万元。

3 快速换型方法应用

拉动式生产要求生产车间有很强的应变能力,也就是能方便、快速地调整生产品种,如果需要,可以要求每天都能生产所有的品种,为达到这一要求,就必需采用快速换型方法,以缩短换型时间。推行快速换型方法的目的在于,它能提高生产线应变能力、降低库存、提高设备综合利用率、降低制造成本。要达到快速换型需经过四个步骤,即观察、分离、转化、压缩四个过程,现以 TU系列缸体生产线为例,予以说明。

TU系列缸体生产线为 TU3AF、TU5JPK、TU5JP4三个品种

[收稿日期] 2010-06-22

[作者简介] 陈红军(1974-),男,重庆人,主要从事工艺分析及方法研究、精益生产应用。

换批生产,每次换型时间长达 505 分钟,为了保证装配需求,线边堆积大量的在制品,零件生产周期长,制造成本高。因此,应用快速换型方法,缩短换型时间。

第一步是观察。详细观察生产线上所有工序的换型步骤、内容、动作、时间,并量化记录,收集换型的全过程,最好的手段是对换型过程的录像进行逐步分析。

第二步是分离。分析换型操作内容,区分哪些操作必须在机器停止时完成,即外部时间,哪些操作可以在机器加工时完成即内部时间,其目的是要在不停机的情况下完成所有外部操作。从分离结果看,刀具预调、工具准备应为内部时间。

第三步是转化。将外部时间转化为内部时间,以缩短停机时间。如刀具预调、准备换型用工具等都可在换型之前准备好。

第四步是压缩。通过作业观察和动作分析,寻找换型操作中存在的浪费,并予以消除。例如:取消不必要的排空,编号 XF0116/0117 设备,换型时个别工位需要换刀,其余工位无需排空;采取多人协同换刀,减少换刀使设备停止而造成的损失;制作换型工具,减少安装、调整的时间;设备系统升级提高可靠性,如编号 XF0114 设备改造后,取消排空和调整,工序的换型时间由原来的 79 分钟下降为 5 分钟。

以上四个阶段循环运行,直至达到预期目标。通过采取快速换型方法,生产线换型时间由原来 505 分钟下降到 134 分钟,缩短 73.5%;换型批量由 2 521 辆份下降为 580 辆份,下降 77.0%;在制品库存由 16 天下降到 2.5 天,下降幅度 84.4%。

换型经济批量是通过比较换型所需人工费用和库存占用费用来得出,人工费用与换型批量成反比,库存费用与换型批量成正比,二者的交汇点就是经济换型批量。换型经济批量的曲线图(见图 1)和计算公式如下:

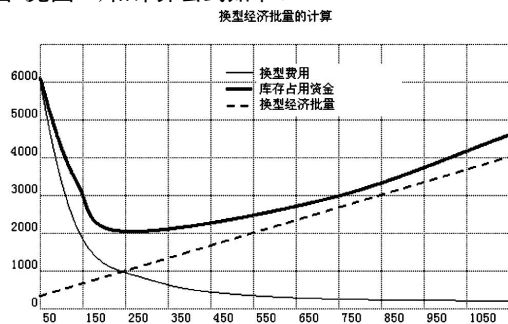


图 1 换型经济批量曲线图

$$\text{换型经济批量} = \sqrt{\frac{2(\text{月产量} \times \text{换型时间(小时)} \times \text{小时工资})}{\text{零件单价} \times \text{每月资金成本率}}}$$

4 精益生产

2006 年底,襄樊工厂首次进行精益生产方式的理论培训,之后又在专家指导下,在 TU 系列发动机装配生产线选定工序 OP160 至 OP250 区域,进行了一个星期的实际应用,效果十分明显。2007 年,工厂正式运用精益生产的理念及工作方法,以 TU 系列发动机装配生产线为试点进行提升产能改造。

4.1 生产线改善前的状况

4.1.1 生产线主要数据。现有手动工位 47 个,自动设备 17 台,人员 136 人,生产节拍 78 秒/台,年生产能力 25 万台,主要有 TU3JPK、TU5JPK、TU3AF、R33、T11、N68 计 6 大品种共线生产,整条装配生产线由内装、外装、缸盖分装及试验台架四部分组成。

4.1.2 工序工作节奏不均衡。以外装为例,节拍最慢 79 秒,最快 49 秒,工位工时不平衡率 20%,改善前工位工时平衡图见图 2。

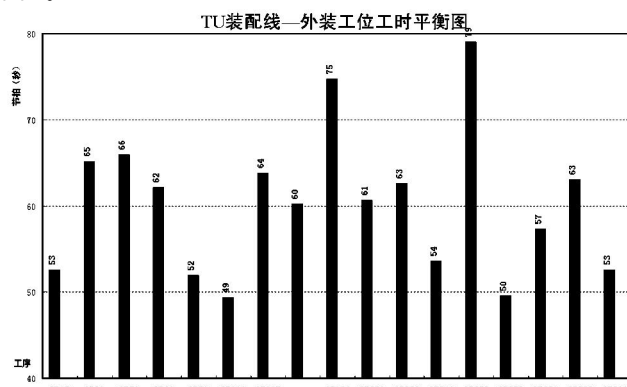


图 2 改善前工位工时平衡图

4.1.3 进气管、出水室、摇臂三大分装远离装配区。三大分装布置在独立的分装区,通过搬运小车集中转运到装配主线上,产生大量在制品,造成零件往返搬运量大,也存在零件磕碰伤的质量风险,零件堆放及工位布置面积占用达 200m²,按年产 25 万台发动机计算,改善前三大分装的物料搬运数据见表 3。

表 3 改善前三大分装物料搬运的数据

	进气管	出水室	摇 臂	合 计
单程搬运距离(步)	65	15	55	135
单次周转数量(件)	36	40	120	196
年搬运次数(次)	6 944	6 250	2 083	15 278
年搬运距离(公里)	677	141	516	1 333
年搬运时间(小时)	500	52	188	740

4.1.4 工位之间被隔断。受工作台布置、零件货架、设备电柜及操作面板等因素,工位与工位间被隔断。如,发动机水油道密封性检查设备布置在滚道里边,操作工进出不便;出水室涂胶机布置在滚道外边,工位间被阻隔,不利于相邻工位间协助;进排气正时齿轮料筐布置在操作工侧面,使工序 OP50 与工序 OP60 隔断。

4.1.5 集装器具不合理。大部分零件的采用容器为铁制料筐,且为原包装上线,造成大量在制品,以及人工拆包装及倒包装现象,占用大量的堆放面积,零件搬运主要采用叉车。如进气凸轮轴正时齿轮,单次上线数量为 520 件,操作工需要弯腰掏箱,倒运零件到小料盒,再把小料盒搬运到工位上。

4.1.6 零件供货方式存在问题。零件供货方式为中间库 高位仓库,再由高位仓库 线边。高位仓库库存达 2-4 天,线边零件数量各不相同,短的只能用 1 小时,多的可以消耗半年。零件供货方式为要货制,即零件消耗完毕,由操作工发出要货指令,再进行物料的搬运补充,容易造成补货不及时而停线的现象。

4.1.7 操作工疲劳强度大。部分操作工有 90 度转身取料,以及大的弯腰操作。

4.2 采取的措施

4.2.1 确定目标。按客户年需求发动机 30 万台计,年工作时间为 276 天,每天三班 21 小时,则生产线产距时间=年工作时间/年生产需求=(276×21×60)/300 000=69 秒/台。考虑到

一定的质量损失 5%, 生产线目标节拍 = $69 \times (1 - 5\%) = 66$ 秒/台。

4.2.2 工位平衡。按目标节拍 66 秒要求, 打破生产线原有布局, 根据发动机装配顺序及质量控制, 重新拆分、合并、组合工序装配内容, 降低瓶颈工序节拍, 减少工位工时平衡损失 (目标控制在 10% 以内)。如三大分装从分装区转移到主线上或旁边, 创建工序 OP05, 缸盖下线与上线合并, 缸盖排气面螺栓从分装转移到外装装配。

4.2.3 工位模拟与工位改造。一个一个工位, 按理论的平衡方案到现场进行模拟试装, 制作简易工作台, 摆放零件, 验证可操作性、质量风险、零件干涉及工位布置等, 对于改动大的工位, 在线外建立模拟台试装, 不断优化、调整理论的平衡方案。试装通过后, 正式实施工位改造, 采取布置零件在正前方和方便手取的高度、调整扳手高度、重新设计或布置工作台、增加料架和料盒、标识零件位置、作业人员培训等措施。

4.2.4 交替式物流。将零件从中间库直接搬运到超市, 零件质量检查提前在中间库或上游供应商进行, 改变以前的要货方式, 主动上线, 信息反馈点由线边提前到超市, 缩短工厂的反应提前期。

大部分零件包装在中间库或供应商处进行, 由大包装改为小包装, 每 2 小时或最低 2 个标准包装数量配送; 存放方式由原来的高位仓库中转存放过渡到直接运到超市, 减少对铁制料筐的依赖。超市中以“小包装”状态存放了线边需求的所有零件, 采用“火车时刻表与路线图”、“零件地址”和“站点”等方式进行管理, 保证多品种和快速准确地将零件从超市送到线边。线边铁制料架更改为竹节料架, 其上固定零件看板标识卡, 注明零件的名称、零件号、搬运的消耗点、标准包装数量。线边、火车和超市零件库存与搬运方式见表 4。

表 4 线边、火车和超市零件库存与搬运方式

零件	线边地址	库存	火车地址	库存	超市地址	库存	上线方式
强消耗 (UC < 1 - 2hr)	地址管理	1.5hr	地址管理	1.5hr	地址管理	4 - 8hr	火车
弱消耗 (UC > = 24hr)	地址管理	2UC	非地址管理	IUC	非地址管理	8hr	火车
中等消耗	地址管理	2UC	非地址管理	IUC	地址管理	8hr	火车
大件 (底座小车)	地址管理	2UC			地址管理	4 - 8hr	牵引头
大件 (叉车)	地址管理	2UC			地址管理	4 - 8hr	叉车

注: UC 表示标准包装数量, hr 表示小时

4.2.5 工位固化及标准化作业。通过工艺分析及方法研究, 确定工位最佳的作业方法; 建立标准作业指导书, 明确零件的平面布置和操作流程、步骤、时间, 以及质量控制要点。

4.3 取得的效果

4.3.1 生产节拍达到 66 秒/台, 年产能由 25 万台提升到 30 万台, 提升率 20%, 还减少 2 名操作工。

4.3.2 零件从接受区到线边库存由 2 - 4 天, 缩短到 10 小时; 线边库存由 0.5 - 1 天缩短为 2 小时。新建超市替代原来的高位仓库, 最大限度减少高位叉车和特种叉车的使用及维护成本。

4.3.3 结合交替式物流, 更改了约 50 种零件的上线方式, 即大包装改为小包装上线边货架或将原大铁框零件按照实际小时需求直接上线边竹节料架, 节约了线边零件堆放面积 100m²,

每层竹节料架为倾斜的, 方便满容器的取用和空容器的回收。将缸盖总成上线和下线合并, 取消中间在制品, 还打通了搬运车辆通道。

4.3.4 三大分装由线外分装区搬迁到装配主线上, 分装后直接上线, 实现一个流生产, 减少二次搬运和线边库存, 节约面积 200m², 还避免因搬运造成的零件磕碰伤。

4.3.5 工位与滚道间设置宽 1.1m 通道, 实现工位间相互协助, 也便于工厂按一名操作工操作多个工位的方式来组织生产, 实现了柔性化生产, 还改善了作业环境。

4.3.6 将螺钉、垫圈等小零件, 放在操作工面前和方便手取的高度, 工具悬挂在操作工上方, 减少动作浪费; 安装机油滤清器工位增加倾斜台, 避免操作工大的弯腰, 提高作业舒适度, 降低了操作工疲劳强度。

4.3.7 制作了 78 个手动工位以及自动工位的标准作业指导书、质量及安全作业指导书, 实现可视化管理。作业指导书简单明了、通俗易懂, 让操作工清楚本工位的操作标准内容及顺序、零件及其标准布置, 了解安全质量问题, 并按标准操作, 固化效果, 保证节拍和质量。改善前后主要数据对比见表 5。

表 5 改善前后主要数据对比

指标	改善前数据	改善后数据	改善效果说明
年生产能力 (台)	250 000	300 000	提高 20%
生产周期 (分钟/台)	47	45	缩短 5%
工位平衡系数 (%)	21	10	下降 52%
手动工位 (个)	57	55	减少 2 个
接受区到线边库存 (小时)	48 - 96	10	缩短 83%
设备综合利用率 0.78	0.95	提高 17 个百分点	
实施费用 (万元)	624 (计划投资费用)	35 (实际改造费用)	直接经济效益 589 万元

TU 系列发动机装配生产线精益生产的成功改造, 为整个公司手动生产线的改造指明了方向, 为推广精益生产方式打下了基础, 对新装配线的建设也具有指导意义。2008 至 2009 年, EW 系列发动机装配生产线和 MA 系列变速箱装配生产线相继推行精益生产, 实现产能提升 20%, 设备综合利用率提高 20%, 劳动生产率提升 15% - 20%, 共计减少操作工 7 人、节省零件堆放面积 329m², 直接经济效益达 755 万元。

5 结束语

工业工程技术在神龙公司襄樊工厂的应用, 大大提高了生产线产能和劳动生产率, 减少零件堆放面积和在线库存, 降低了制造成本, 提升了企业的竞争力; 运用工业工程技术在企业内部挖潜革新, 这是实现内涵扩大再生产的最好途径。以上技术方法的工作理念也适用于生产线以外的其它工作, 运用统筹学原理和精益思想, 提升我们的工作质量和工作效率。

[参考文献]

- [1] 张树武, 孙义敏, 皇甫刚. 基础工业工程 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [2] 肖智军, 党新民, 刘胜军. 精益生产方式 [M]. 北京: 海天出版社, 2002.
- [3] [日] 今井正明, 华经. 现场改善——低成本管理方法 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.