

基于价值流的法兰加工流程改善研究

徐承利 李明惠* 徐杰 于星燕

(山东理工大学管理学院, 山东 淄博 255000)

摘要 为解决T公司法兰生产过程中存在的生产平衡率低、在制品库存多、产能不足的问题,本研究组深入法兰生产车间跟踪法兰生产的全过程,收集全程数据与相关信息,并根据数据依照绘图步骤绘制出法兰的价值流现状图。通过分析价值流现状图,找到浪费所在,运用工业工程的理论方法对浪费进行分析,引入拉动式生产、连续流、生产线平衡等方法进行改善。根据改善后的数据绘制未来价值流图,经对比后发现,该生产线的生产效率与平衡率均有提高、成本降低,改善后效果显著。

关键词 价值流程图 生产线平衡 精益生产

中图分类号: F426

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2022)11-0043-03

精益生产作为一种可以降低产品生产成本、提高生产平衡率、减少库存的生产管理模式受到众多制造企业的推崇。价值流程图作为精益生产的重要工具之一,可以识别企业生产过程中存在的浪费现象,找到浪费问题的根源,因此对价值流程图应用的研究也未曾间断。Harwinder Singh等学者专门实施了以价值流为主的改善方案,使用价值流理论分析后,可以使生产线中的低效率问题暴露出来,可以提高生产线的效率^[1]。梁博健(2021)以螺纹插装阀生产线为对象进行精益改善,绘制价值流图识别浪费,以ECRS的方法对生产线结构、工艺进行改进优化,绘制未来价值流图,经改善后生产效率显著提升^[2]。本文以T公司的某型号曲轴法兰的生产流程为研究对象,搜集整理数据,绘制价值流现状图,分析并找出浪费,并依据精益生产的思想和工业工程的方法来进行改善。

1 企业生产现状与问题分析

1.1 企业生产现状

T公司为某曲轴生产企业的全资子公司,主要产品包括法兰、飞轮、飞轮壳、汽缸盖等发动机类铸锻件成品。本文以该企业订单量最大,生产过程最具代表性的法兰生产线为研究对象,法兰生产线由十道工序组成,分别是粗车、精车、车螺纹并倒角、划线、钻孔、扩孔、去毛刺、清理、检验、防锈包装。当前的法兰生产线采用的是推动式生产,由公司业务部门接收客户订单后,公司根据客户订单数量制定生产计划,

并由车间生产主管将当日的生产计划传达给车间生产人员。

1.2 价值流现状图的绘制

价值流程图的绘制离不开数据的收集与整理。法兰生产过程数据的收集要深入生产现场,跟踪产品生产的全部过程,沿着物流与信息流的方向一直追溯到供应方^[3],并对涉及的数据测量计算并记录。法兰生产实行三班工作制,每班工作8h,经测算每班实际工作时间为430min。该公司平均每月接受该型号曲轴法兰的订单数量为8788个,每月工作天数为26d。生产节拍 $P = \text{每月生产时间} / \text{每月客户需求量} = (430 \times 3 \times 60 \times 26) / 8788 = 229\text{s} / \text{个}$ 。

通过对价值流现状图研究分析,我们可以计算出法兰生产的增值时间(VA)为1193s,非增值时间(NVA)为4.9天。

1. 增值比为*i*:增值时间与生产周期的百分比。

$$i = \frac{VA}{VA+NVA} \times 100\% \quad (1)$$

2. 生产线平衡率:

$$\text{平衡率} = \frac{\text{各工序时间总和}}{\text{瓶颈时间} \times \text{工位数}} \times 100\% \quad (2)$$

将上述数据代入公式中,VA=1193s,NVA=4.9天,i=0.31%。由增值比可知,法兰生产线的非增值时间过长,生产过程存在很大浪费,改进空间较大。将各工序生产时间代入公式(2)中,可知当前法兰生产线的

★基金项目:山东省社科规划项目研究成果(项目批准号:22CJJJ34),项目题目:“双碳”目标下大企业集群供应链绿色低碳转型升级的驱动机制研究。

*本文通讯作者, E-mail: mhlizb@163.com。

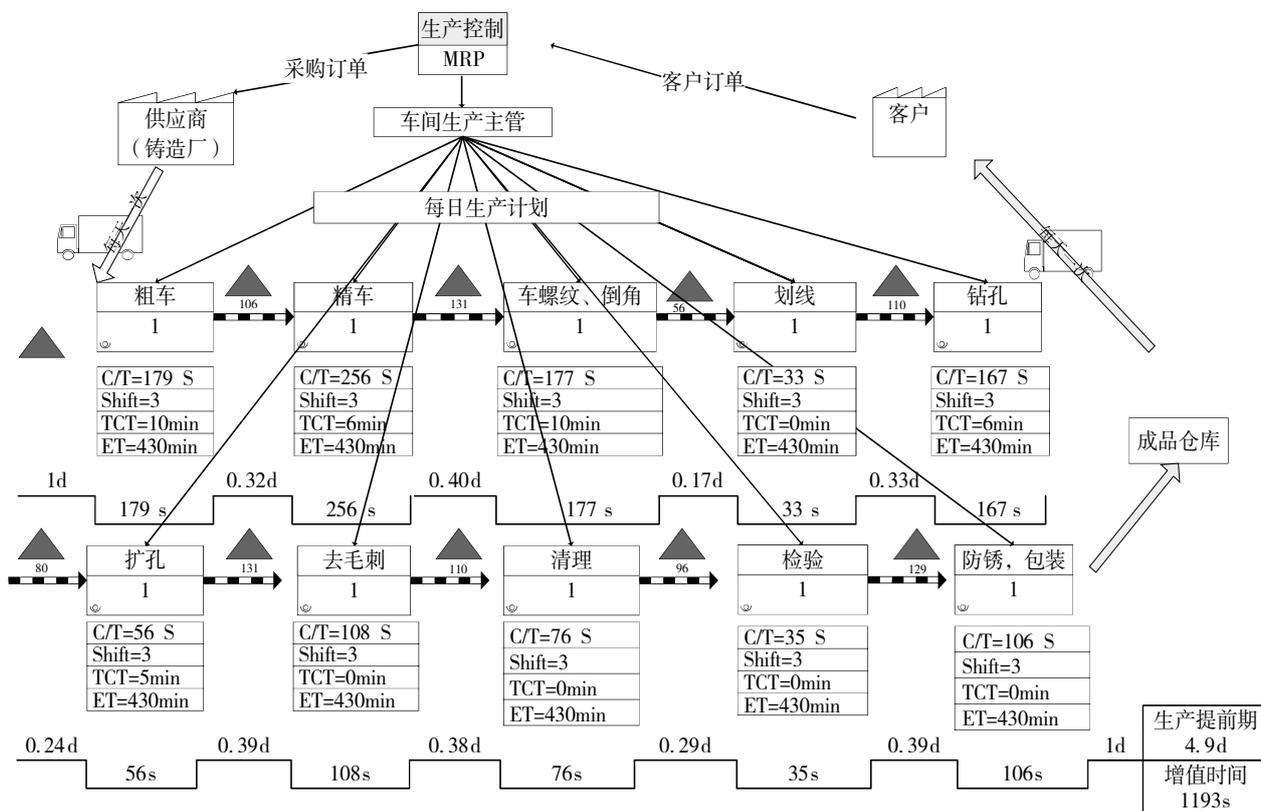


图 1 价值流现状图

平衡率为 46.6%，可知法兰生产线的平衡率过低，生产线不平衡。

1.3 企业生产问题分析

通过对价值流现状图进行分析后，发现法兰生产过程中存在以下问题：

1. 在制品库存量大。法兰生产线的生产模式为推动式生产，法兰生产各工序如同“孤岛”，各工序生产人员按照车间生产主管传达的生产计划进行加工产品，不考虑下游的实际需求，工位间缺乏交流协调，生产信息未能相互流通，这导致相邻工位之间存在着大量的在制品，严重影响产品的交付期，导致产品的生产周期变长。

2. 生产线不平衡。法兰生产过程中的瓶颈工序为精车工序，瓶颈时间为 256s，而生产时间最短的划线工序，生产时间仅为 33s，两者生产时间差距过大。当前法兰生产线的平衡率为 46.6%，生产线平衡率较低，说明法兰生产线不平衡现象较为严重。各工序间生产时间不平衡会导致生产线不平衡，较低的生产平衡率则会导致在制品库存的大量堆积。同时工序间生产时间差异过大也会造成员工利用率不平衡，降低员工的生产积极性。

3. 产能不足。法兰生产线的瓶颈工序时间为 256s，每班实际生产时间为 430min，则法兰车间每天的实际产量为 302 个。客户平均每月订单数量为 8788 个，每月工作 26d，客户每日需求量为 338 个，客户需求节拍 (TT)= 每天实际生产时间 / 每日需求量 = 1290 × 60 / 338 = 229s / 个，法兰生产实际节拍要大于客户需求节拍，说明当前生产能力下法兰生产线不能完成订单需求。

2 改善方案与未来价值流程图

在明确浪费产生原因后，依据精益思想，采用工业工程方法对法兰生产线进行优化改善，并对部分工序进行改造，实现连续流并引入“生产超市”。

2.1 生产线平衡改善

运用 ECRS 的方法对法兰生产流程重排与合并，在不违背生产顺序的前提下，平衡各个工位的加工内容并保证平衡后的各工位加工时间均不超过客户需求时间^[4]。在该法兰生产线中瓶颈工序为精车，瓶颈时间为 256s，在该工位中由一名工人操作一台数控机床进行加工生产，其中工人操作时间为 35s，数控车床工作时间为 221s，工人有 221s 的空闲等待时间，为使生产线平衡在该工位处增加一台数控机床，经调整后该工序的作业时间为 145.5s。清理与检验工位的加工时间都比较

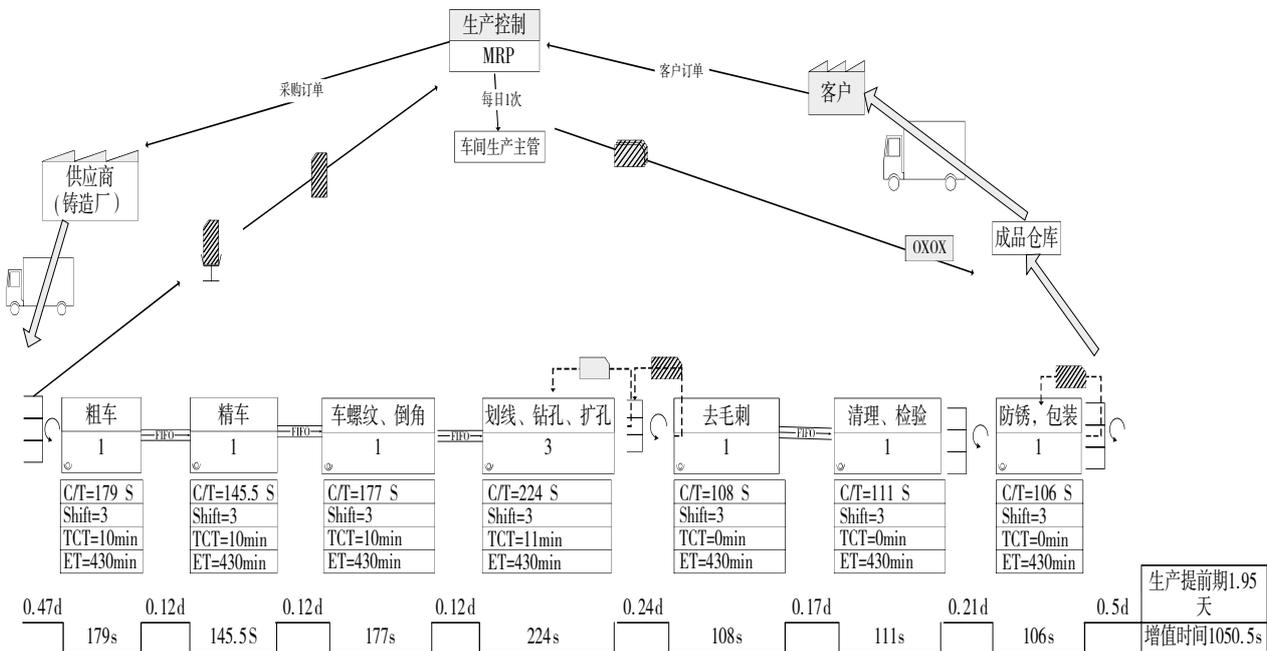


图2 未来价值流图

短，分别是 76s 与 35s，现将这两个工位进行合并，由一个工人来完成清理与检验工作，合并后该工位的生产时间为 111s。将划线、钻孔与扩孔三道工序划分为一个作业单元，新建 U 型加工生产线，在该生产单元内实行单件流。在进行钻孔过程中，由于钻头容易发生偏移导致工件孔的位置精度、尺寸精度等达不到要求，容易造成工件报废导致生产时间增加。因此，在进行钻孔前对工件进行预加工，用钻头在工件端面上预钻一个凹坑以引导钻头切削，在钻孔过程中对钻头加装钻套来引导钻削。在该生产单元中由三位工人进行加工，其中第一位工人先进行划线并对法兰工件进行预加工，用秒表测算加工时间为 55s，第二位工人进行钻孔加工，改善后钻孔工序的生产时间为 113s，然后第三位工人进行扩孔工序，用秒表记录该作业单元的生产时间共计为 224s。经重新调整后，法兰生产线由十个工位变成七个工位，瓶颈工序变为划线钻孔扩孔工位，瓶颈时间为 224s，新的生产线平衡率 = $1050.5 / (224 \times 7) \times 100\% = 67\%$ 。

2.2 引入连续流

法兰生产过程中为提高生产的连续性，应引入连续流即产品在经过上道工序加工完成后直接传递到下一道工序，中间没有停顿等待。当一系列的工序间的节拍时间相近或相同，或者工艺相近，都可以考虑引入连续流^[5]。未来价值流图如图 2 所示。

3 改善效果评价

经对比后发现：改善后法兰生产周期减少，生产线平衡率与增值比都有所提高，人工成本降低，法兰日生产量提高，可以满足客户需求。其中增值时间变为 1050.5s，生产提前期变为 1.95d，生产线平衡率提高 20.4%，增值比也提高 0.40%，改善效果显著。说明价值流图对法兰生产线的精益改善起到重要作用。同时本文的研究成果可以为该公司其他产品的优化起到参考作用，并为其他制造企业进行精益化改善提供借鉴。

参考文献：

- [1] Singh H, Singh A. Application of lean manufacturing using value stream mapping in an auto-parts manufacturing unit[J]. Journal of advances in management research, 2013, 10(01): 72-84.
- [2] 梁博健. 价值流在液压螺纹插装阀精益制造的应用[J]. 机床与液压, 2021, 49(15): 128-133.
- [3] 王璐璐, 马嵩华, 霍志璞. 基于价值流图的车用组合电线组装流程优化[J]. 组合机床和自动化加工技术, 2020(07): 164-168.
- [4] 常艳如, 徐志刚, 董舒豪. 基于价值流图析技术的减速器装配流程优化[J]. 制造技术与机床, 2019(06): 164-169.
- [5] 蒙业新, 赵相忠. 基于价值流图析的 HS 公司生产流程改进[J]. 装备制造技术, 2012(11): 190-192.