

基于 IE 的生产线改善研究*

□ 石宇强

西南科技大学 制造科学与工程学院 四川绵阳 621010

摘 要: 应用经典工业工程的基本方法(方法研究和作业测定)研究某公司的机顶盒产品生产线,提出改善方案,以优化流程。结果表明,运用 IE 方法查找并改进瓶颈问题,可提高生产线的效率。

关键词: 方法研究 作业测定 生产线 优化

中图分类号: TH16;F270.7

文献标识码: A

文章编号: 1000-4998(2009)03-0057-03

很多企业已意识到工业工程(Industrial Engineering, IE)是企业赢利的有效途径,有必要不断通过深入应用 IE 来提高企业竞争力。本文针对某公司(以下简称 J 公司)机顶盒产品生产周期中装配工艺所占时间较长的情况,应用经典工业工程方法对其装配生产线进行分析与改善,以提高装配生产效率。

1 机顶盒装配工艺流程与生产线现状分析

通过对 J 公司机顶盒产品的产量、BOM(物料清单)、生产工艺、装配生产线布局等进行系统调研与分析,建立其工艺流程模型图,见图1。其中,第16个工序为机器操作工序,是对元器件的一个老化过程,耗时2 h。前15个工位为总装工位,后19个工位为检测和外包包装工位,在本文中,为了研究方便,将前15个工位放到一起研究,后19个工位放到一起研究,作业单位的先后顺序图如图2和图3所示。图形符号的含义如表1所示。

表1 程序分析符号解析

| 程序分析符号 | 符号意义 | 程序分析符号 | 符号意义 |
|--------|--------------|--------|------------------|
| | B 零件的第5道加工工序 | | 加工的同时进行检查(以加工为主) |
| | 质量检查 | | 用以表示工序时间的顺序关系 |

J 公司机顶盒总装 IV 线,35 个工作地采用的是门形排列形式,生产线总长为 34 m,是一条连续的手工流水线生产线,采用自由节拍,但各工序必须按节拍进行生产,设有安全在制品,以调节生产的节奏。其传送带采用的是工作式传送带,即工人在传送带的一侧或两侧,直接在传送带上对在制品进行加工,如图4所示。

J 公司机顶盒总装 IV 线共有 35 名工人,均为女性员工,每天一班,每天工作 8 h,中间休息时间为 30 min。该生产线每天的计划产量为 1 360 件(含不合格品)。根据以上数据,应用流水生产线节拍的计算公式(略)计算出该生产线的平均节拍如表2所示。

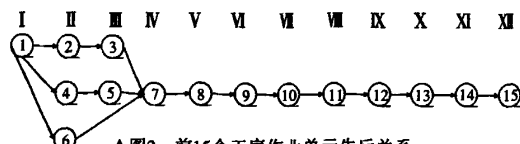
* 四川省教育厅科研基金项目(编号:2006C080)

收稿日期:2008年9月

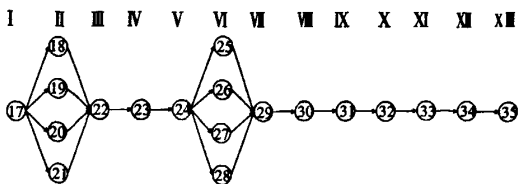
2 生产线现场测时



▲图1 机顶盒总装工艺流程图



▲图2 前15个工序作业单元先后关系



▲图3 后19个工序作业单元先后关系

首先是观测次数的确定。J 公司机顶盒总装Ⅳ线是一条流水线,由表2可得其工序平均节拍为0.331 min 即19.86 s,在18 s 以上,通过查作业测定次数表(略)确定工序作业时间的观察次数为10次。

其次是测时方法的选用。在该设计中采用的是秒表时间研究法(或密集抽样时间研究)即采用抽样技术进行研究。密集抽样是在一段时间内,用秒表连续不断地观测操作者的作业。通过对35道工序随机测量各10次,并取平均值,获得表3所示的平均观测时间。

据工艺人员提供的数据,机顶盒总装Ⅳ线设计时各工位的额定正常工作时间为15 s。则其生产线的平滑度如图5所示。

通过确定评比尺度、评比系数;可以确定宽放率,获得实际工作时间。

由此,可按式(1)计算生产线平衡率。

$$\begin{aligned} \text{不平衡损失} &= (\text{最高工序现有作业时间} \times \text{合计设备}) - \text{合计工序时间} \\ &= (21.80 \times 34) - 653.53 = 87.67 \text{ s} \quad (1) \\ \text{生产线平衡率 } \eta &= \text{合计工序时间} / (\text{最高工序现有作业时间} \times \text{合计设备}) \end{aligned}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^n T_i}{T_{\max} N} = \frac{653.53}{21.80 \times 34} \approx 0.88 \quad (2)$$

3 总装Ⅳ线瓶颈分析、改善及评价

3.1 查找生产线瓶颈

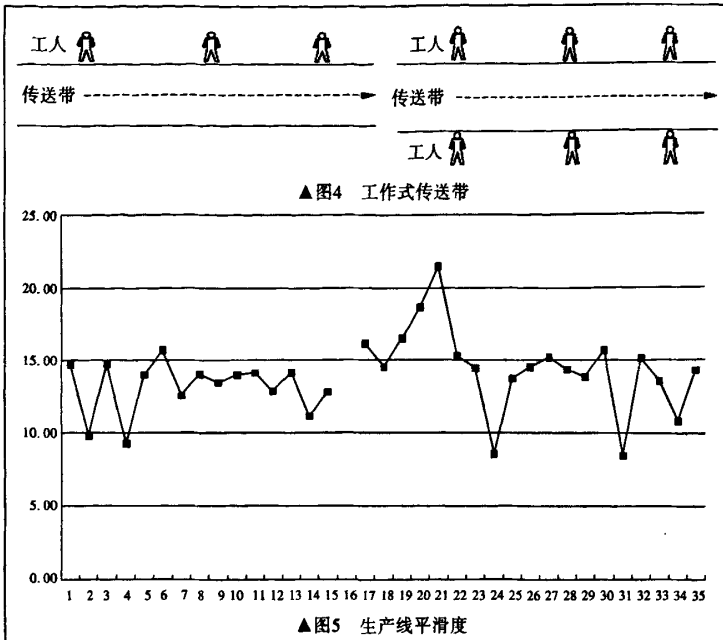
虽然其平衡率已达88%,但持久改进是IE的精髓;

表2 机顶盒总装Ⅳ线的平均节拍

| 因素 | 数据 |
|---|---------------------------|
| 计划期内有效工作时间 F/min | 480 |
| 计划期内制品产量 $N/\text{件}$ | 1 360 |
| 时间有效利用系数 $\eta/(0.90 \sim 0.96)$ | $(480-30)/480 = 0.937 5$ |
| 生产节拍 $R/(\text{min} \cdot \text{件}^{-1})$ | $450/1 360 \approx 0.331$ |

表3 平均观测时间

| 序号 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 时间/s | 14.7 | 9.85 | 14.76 | 9.27 | 14.03 | 15.74 | 12.61 | 14.05 |
| 序号 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | |
| 时间/s | 13.5 | 14.02 | 14.16 | 12.9 | 14.2 | 11.18 | 12.85 | |
| 序号 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| 时间/s | 16.14 | 14.55 | 16.51 | 18.63 | 21.47 | 15.32 | 14.5 | 8.57 |
| 序号 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 |
| 时间/s | 13.77 | 14.53 | 15.22 | 14.39 | 13.88 | 15.73 | 8.5 | 15.16 |
| 序号 | 33 | 34 | 35 | | | | | |
| 时间/s | 13.61 | 10.85 | 14.33 | | | | | |



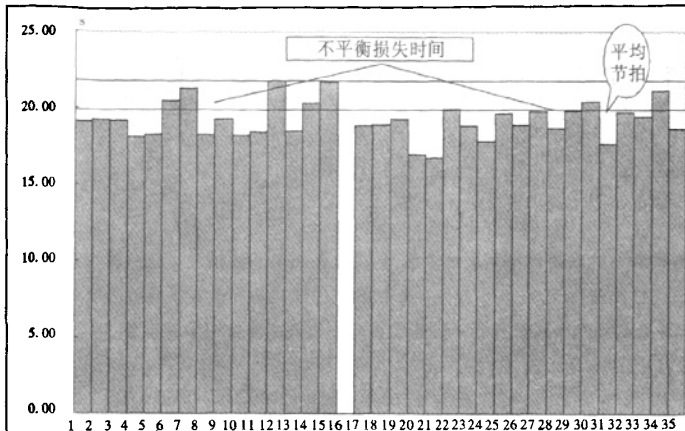
同时,由生产线平滑度图可看出如表5所示的4个工序的观测时间远小于正常时间,有太多的空闲时间,从而造成人员以及设备的浪费。

3.2 瓶颈工艺改善

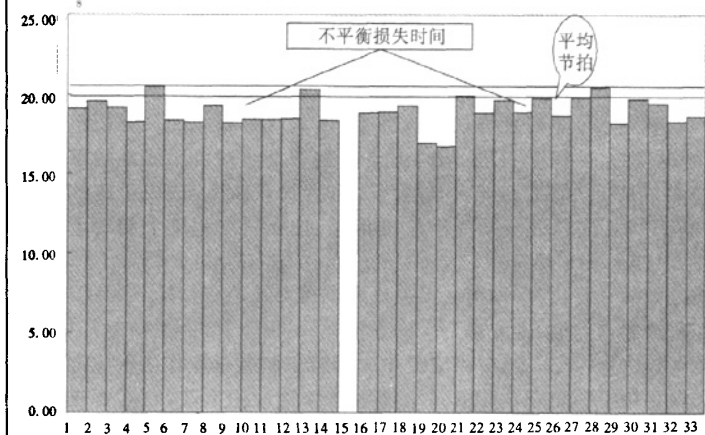
针对J公司机顶盒总装Ⅳ线已发现的具有过多空闲时间的4个工位以及4个瓶颈工位,通过 ECRS(合并、取消、简化、重排)及“5W1H”技术来优化流程。通过分析可知,J机顶盒总装Ⅳ线的加工作业工序中:有的是必须工序,但可以简化、合并以及重排;有的工序不是必要程序,起到一定作用,但取消也无影响。提出改善建议如下:(1)将工序2、4合并为一个工序,由操作工在2工位集中完成;(2)将工序24取消,因为在第24个工位之前的各工位中都附有检查的操作;(3)将34工位中“检查彩盒不应有破损和印刷不良”的操作重新排入31工序,可使这两个工序的平衡度都得到提升;(4)取消工序7中“将机体调转180°”的操作,操作时改变紧钉器的倾斜度来满足操作要求;(5)工序12、15均为必要工序,且均只含有一个工作单元,只有通过操作工人的培训来对工位进行改善。改善后的工艺流程见图7。

3.3 改善效果评价

通过生产线平衡研究,J公司机顶盒总装Ⅳ线生产作业取得了较为明显的改进效果,对比如下:首先,改善后使得J公司机顶盒总装Ⅳ线的工位数量由原来的35个减少为33个,在降低人力需求的同时提高了作业的效率。其次,工序的重排和简化使原来工艺流程中



▲图6 机顶盒总装IV线平衡图



▲图8 改善后的机顶盒总装IV线平衡图

表4 机顶盒总装IV线瓶颈工序

| 工序号 | 工序名称 | 工序现有作业时间/s | 现有作业时间与节拍的时间差/s |
|-----|--------|------------|-----------------|
| 7 | 固定接口 | 21.31 | 1.45 |
| 12 | 插排线 | 21.80 | 1.94 |
| 15 | 固定盖板 I | 21.71 | 1.85 |
| 34 | 附件检查 | 21.15 | 1.29 |

表5 机顶盒总装IV线空闲时间工序

| 工序号 | 工序名称 | 工序观测时间/s | 观测时间与正常工作时间差/s |
|-----|------|----------|----------------|
| 2 | 放电源板 | 9.85 | 4.93 |
| 4 | 安装主板 | 9.27 | 4.64 |
| 24 | 专检 | 8.57 | 5.14 |
| 31 | 加工彩盒 | 8.50 | 5.10 |

的最高工序耗时由原来的21.80 s 降为20.47 s, 减少了1.33 s。生产效率提高了约6.1%。改善后的生产线平衡分析如图8所示。按公式(1)计算出不平衡损失=49.04 s, 按公式(2)计算出生产线平衡率为0.93。

对比发现改善后的J公司机顶盒总装IV线平衡率

投料

- ① 安装后面板
- ② 放电源板、主板
- ③ 固定电源板
- ④ 固定主板
- ⑤ 固定卡板
- ⑥ 固定换口
- ⑦ 安装电源线
- ⑧ 固定电源线
- ⑨ 安装机头
- ⑩ 固定机头
- ⑪ 插排线
- ⑫ 通电检查
- ⑬ 安装盖板
- ⑭ 固定盖板
- ⑮ 老化
- ⑯ 耐压测试
- ⑰ IP 测试
- ⑱ 节目搜索
- ⑲ 卡槽测试
- ⑳ 参数设置
- ㉑ 固定盖板
- ㉒ 外观检查
- ㉓ 串口网口测试
- ㉔ 环路测试
- ㉕ 机顶盒编号/MAC 地址设置
- ㉖ 参数设置
- ㉗ 装入包装袋
- ㉘ 装包装纸板
- ㉙ 加工彩盒
- ㉚ 整机装入彩盒
- ㉛ 放入附件
- ㉜ 附件检查
- ㉝ 外包装

▲图7 改善后的工艺流程图

由原来的88%提高到了93%，提高5个百分点。依据J公司现在的实际运营状况，年产量取2007年的14 000台，按机顶盒税后利润300元/件计算，经改善后该生产线每年为公司增创的毛利润约为256 200元。

4 总结

本文应用工业工程的工作研究基本技术(方法研究与作业测定)对J公司的生产线进行了改善，找出生产瓶颈问题，提出优化的方案，提高了生产效率。这仅是IE在制造企业应用的一个案例。事实上，IE在制造企业中的应用很广泛，如工作环境改善、现场管理及供应链优化等；应用IE定能提高企业的竞争力。

参考文献

- [1] 王平, 吴爱华. 干式变压器生产过程的工作研究[J]. 工业工程, 2003, 9(3): 61-64.
- [2] 郭俏军. 基于IE技术的长发装配线作业改善的研究[D]. 长春: 吉林大学, 2004.
- [3] Wang Malian, Lan Xiuju, Lu Jiansha, et al. Application of the Productivity Measurement and Improvement Technology to the Product Line[J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2006, 23(6): 544-547.
- [4] 周密. IE方法实战精解[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- [5] 陈勇. 企业CD段流水线的瓶颈分析与平衡改善[J]. 工业工程与管理, 2008(1): 112-115.

(编辑 文 圻)

基于IE的生产线改善研究

作者: [石宇强, Shi Yuqiang](#)
作者单位: [西南科技大学, 制造科学与工程学院, 四川绵阳, 621010](#)
刊名: [机械制造](#) **ISTIC**
英文刊名: [MACHINERY](#)
年, 卷(期): 2009, 47 (3)

参考文献(5条)

1. [王平, 吴爱华](#) [干式变压器生产过程的工作研究](#)[期刊论文]-[工业工程](#) 2003(03)
2. [郭俏军](#) [基于IE技术的长发装配线作业改善的研究](#)[学位论文] 2004
3. [Wang Malian, Lan Xiuju, Lu Jiansha](#) [Application of the Productivity Measurement and Improvement Technology to the Product Line](#) 2006(06)
4. [周密](#) [IE方法实战精解](#) 2003
5. [陈勇](#) [企业CD段流水线的瓶颈分析与平衡改善](#) 2008(01)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_jxzz200903023.aspx