

基于精益生产的流量仪表离散制造业现场改善研究

许胜军 刘晨凯 汪俊明

(浙江迪元仪表有限公司 浙江 金华 322000)

摘要:精益生产以社会需求为基础,运用先进管理方法,激发员工积极性,优化资源配置,旨在消除生产中的浪费,以实现高效生产目标。通过重塑管理和组织结构,精益生产使生产组织能够更好地满足市场需求。本文基于精益生产模式,开展流量仪表离散制造业现场改善研究工作,从而提高其生产效率。

关键词:精益生产;流量仪表;离散制造业;现场改善

0 引言

在市场经济高速发展的背景下,卖方市场正向着买方市场转变,产品需求变得多样化,趋向于小批量。此外,成本不断上升,客户对产品质量、交货时间和服务的要求也在提高,市场竞争激烈,企业面临着巨大的挑战。因此,将精益生产思想应用于生产现场,解决困境,取得市场竞争优势,成为关键之举^[1]。

1 精益生产理论及方法

精益生产是指通过价值流分析、消除浪费、优化流程等方法来提高效率和降低成本的生产理念,追求即时制造、零缺陷和零库存^[2]。它起源于丰田生产方式,强调满足市场需求、充分利用员工潜力、精简资源使用。这一理念已经深化为精益企业价值,旨在提高竞争力和发展潜力,适用于各种制造业^[3]。

2 流量仪表生产改善方案实施

2.1 工序流程优化

工序流程优化的目标是审查制造流程,辨识不合理和无附加价值的环节,运用精益生产等方法进行重新设计,以达到缩短制造周期和搬运路径的目标,使工序流程更加经济、更加高效。依托工具如ECRS、5W1H、动作经济原则等,对每个工序进行深度分析,制定工序流程优化方案。

对流量仪表中的电磁水表传感器总装工序流程进行方案优化,具体内容如下:

(1) 调整 OP510 部装工序,将 OP510-1 配件装

配工序去除,对需要临时装配的配件进行备货生产,所有配送过来的零配件需满足直接部装要求,从而缩短传感器部装的总时间;

(2) 将 OP510-2 部装工序拆分至 OP510-1 和 OP510-2,两个工序装配时间基本持平,有利于“一个流”生产方式的调整;

(3) 调整 OP510-1/510-2 部装工序与 OP520-1 组焊工序的移动路径,缩短移动距离,提高移动速度,提高效率,并进行 DOE 验证;

(4) 将 OP520-2 焊接工序的机器设备进行改进,单枪改双枪,进行双枪同时焊接,缩短焊接时间,并合并组焊与焊接工序,通过平衡时间来实现省人化的精益生产方式;

(5) 将 OP520-3 打磨工序调整至 OP530 喷砂工序中,通过工序重排来平衡各个工序的加工时间;

(6) 调整 OP540 清洗工序的移动距离,将设备从一楼移到二楼的喷砂设备旁边,并改进清洗设备为自动化流水线设备,从而大大减少移动距离与简化清洗工序,降低了员工的劳动强度;

(7) 对 OP530 工序的员工进行多能工培训,使其掌握 OP520-3 打磨工序和 OP540 清洗工序的操作流程与规范。

2.2 重排生产线平面布局

流量仪表装配生产线存在显著的空间资源浪费问题,占地面积广,工位布局分散,导致产品搬运成本较高。为此,经过优化处理,对流量仪表装配生产线的平面布局和物流路线进行了全面的重塑。由此,成功地消除了逆行和交叉的问题,将搬运距离最小化,有效地解决了空间浪费问题。这些改进措

施有助于提升生产线的运作效率，有助于生产线的优化和综合效益的提高。此外，引入一个专职配送工（称为“水蜘蛛”），以消除各工位员工往返取件的时间浪费。这些优化措施将有助于提高生产线的效率和整体运营效果。优化前后的总装生产线平面布局如图1所示。

2.3 工位空间优化

工位空间优化通常基于“四化”原则，即最小化原则、集成化原则、立体化原则和舒适化原则。这些原则有助于提高工作效率、减少浪费，并创造出更具生产力和员工满意度的工作环境。

最小化（Minimization）原则。最小化原则强调

了在工作台上保留最少必要物品的重要性。这包括清理不必要的工具、材料和设备，以提高可视性，并减少错误和危险。

集成化（Integration）原则。集成化意味着将不同的工作流程和任务集成到一个工作站或工作区域中，以减少不必要的移动和等待时间。这可以提高生产效率。

立体化（Verticalization）原则。立体化原则是指在垂直空间上充分利用工位。这包括使用垂直架、货架和存储单元，以最大程度地利用垂直空间，减少占地面积，提高存储和访问效率。

舒适化（Comfort）原则。舒适化原则侧重于创

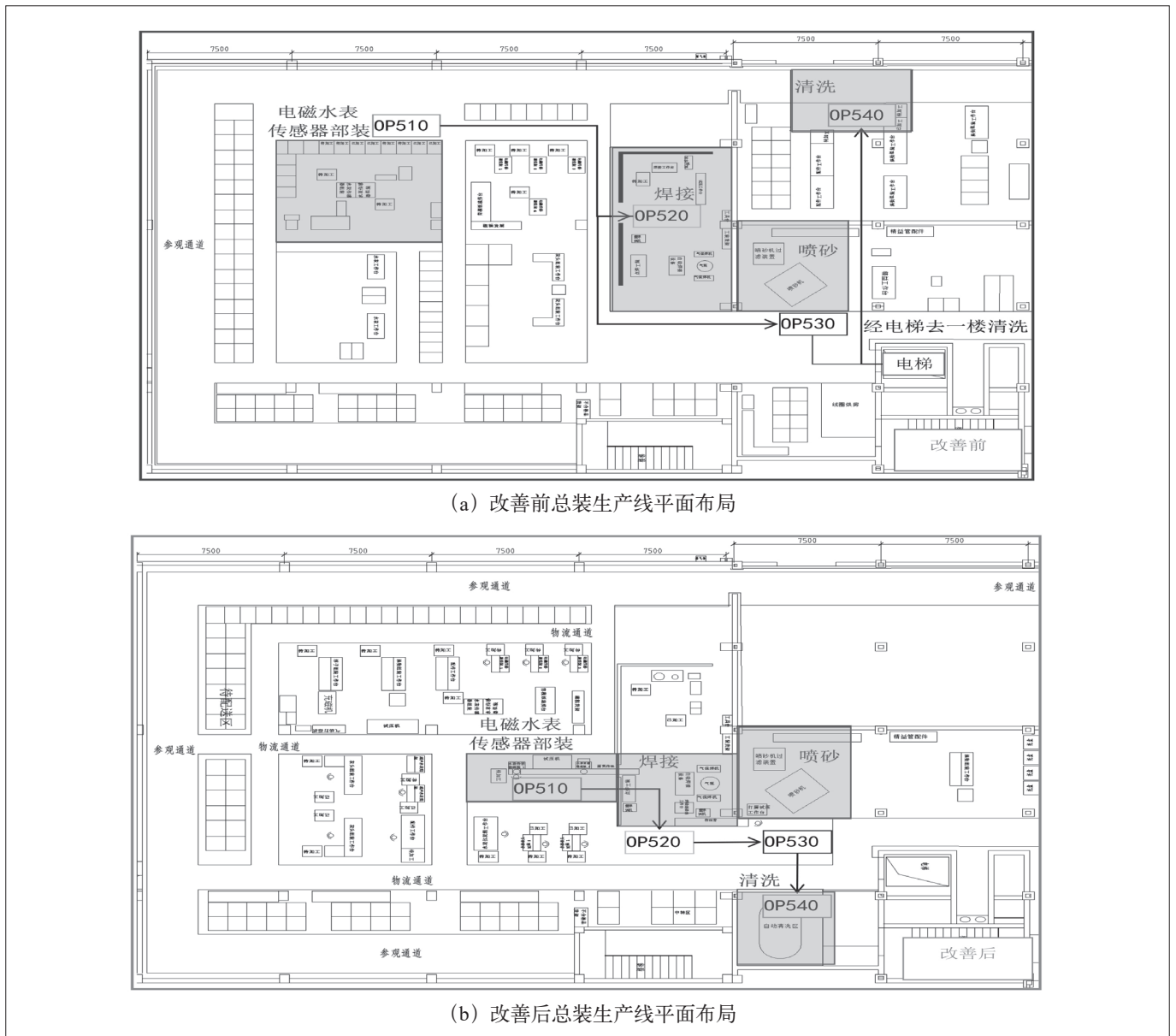


图1 改造前与改造后的电磁水表传感器总装生产线平面布局

建一个员工感到舒适和愉快的工作环境。这包括提供合适的座椅、照明、通风和温度控制，以缓解员工的疲劳和不适，提高工作效率。

遵循“四化”原则，工位空间可以被最大程度地优化，以实现更高的生产效率、更低的成本、更高的员工满意度和更安全的工作环境。

3 作业测定与改善方案实施

3.1 作业测定

作业测定是一个重要的生产管理工具，它的主要目的是确定在一定的工作条件下，完成特定任务所需的标准时间。这个标准时间通常被称为标准工时，它在制定工作计划、评估员工绩效、设定生产目标等方面具有重要作用。作业测定的方法包括秒表法、预定时间标准法、工作抽样法、标准资料法等。

秒表法是最常用的作业测定方法之一。在秒表法中，观察员使用秒表来记录员工完成任务所需的时间。观察员需要对工作过程非常熟悉，以准确记录任务时间。这个方法通常用于较短周期的任务，例如装配操作或简单的生产步骤。

预定时间标准法中，工作标准是提前确定的，通常以任务的标准操作步骤为基础。这种方法适用于任务比较复杂、难以通过短时间观察来测定时间的情况。标准时间是在工程师或专家的指导下设定的。

工作抽样法是指对员工的工作进行抽样，然后根据抽样结果来估算标准时间。抽样可以是随机的，也可以基于特定的观察。这种方法可以应用于长周期任务或者变化幅度较大的工作。

标准资料法是一种利用标准化资料和数据库来估算工作标准时间的方法。通常，组织会建立一个数据库，其中包含了各种任务的标准时间，员工可以根据任务的特征和要求进行查询。这种方法通常用于重复性高的任务。

作业测定的结果可用于优化工作流程、分配工作任务、评估生产效率以及设定绩效目标。它有助于组织更好地管理时间和资源，提高生产效率，降低成本，提升产品质量。因此，在生产管理领域，作业测定是一个不可或缺的工具。

3.2 作业改善

以电磁水表传感器总装为例，在改善前的各工位周期时间（CT）如表1所示。整个流程工作时间平均为每天9.5h，共计34200s。生产线宽放率为15%，即

表1 各工位标准工时（改善前）

	手动装配时间/s	机器装配时间/s	CT时间/s	人数/人
OP510-1	720	0	720	2
OP510-2	2940	0	2940	
OP520-1	580	0	580	1
OP520-2	150	780	930	
OP520-3	240	—	0	
OP530	90	720	810	1
OP540	900	0	900	1

每天宽放时间为 $34200 \times 15\% = 5130s$ 。因此，每天可用工作时间为 $34200 - 5130 = 29070s$ 。公司此类流量计年需求量为6000台/年，那么客户日需求数量约为20台/天，故电磁水表传感器生产的节拍时间TT为 $29070/20 = 1453.5s$ 。然而，表1中工序的瓶颈时间超过了节拍时间，达到 $(720 + 2940) / 2 = 1830s$ ，因此，必须改进此工序。根据前述工序流程优化方案与作业测定结果，遵循ECRS原则进行改进，改善后的数据见表2。

表2 各工位标准工时（改善后）

	手动装配时间/s	机器装配时间/s	CT时间/s	人数/人
OP510-1	1280	0	1280	1
OP510-2	1330	0	1320	1
OP520-1	510	—	510	1
OP520-2	120	425	645	
OP530-1	240	0	240	1
OP530-2	60	720	780	
OP540	80	540	0	

研究操作时间的前后变化，使每个工位的操作时间接近节拍时间，消除大量人力浪费，从而提高生产线的平衡率。改善后的生产线平衡率为：

$$\begin{aligned}
 \text{生产线平衡率} &= \frac{\text{各工序作业时间总和}}{\text{工序数} \times \text{瓶颈工序时间}} \times 100\% \\
 &= \frac{1280 + 1320 + 510 + 645 + 240 + 780}{4 \times 1320} \times 100\% \\
 &= 90.4\%
 \end{aligned}$$

改善后的日均产能为：

$$\text{日均产能} = \text{生产所用总时间} / \text{瓶颈时间} = 29070 / 1320 = 22 \text{ 台/天}$$

综上，通过调整平面布局、优化物流路径、提高设备利用率、采用人机联合操作、遵循动作经济原则等

精益生产方法,操作机器人生产线获得的收益见表3。

表3 改善前后收益对比表

改善点	改善前	改善后
产能/(台/天)	16	22
周期时间/s	1830	1320
人员/人	5	4
占地面积/m ²	287	178
生产线平衡率/%	69	90.4

4 价值流改善

4.1 工序间拉动系统建立

在生产中,前工序是机加工,后工序是装配线。前工序成品存放在超市,一部分库存放在后装配线。生产指令看板附在超市零部件盒上,领取看板附在储存盒上。当装配线需要零部件时,将领取看板贴在看板放置区,一定时间或数量后,看板被收集,物流人员按看板领取零部件,交回装满的箱子,然后放回生产指令看板。前工序根据生产看板中的信息进行生产,以补充超市中被取走的产品。

4.2 生产看板建立

引入拉动生产模式,采用生产看板传送生产和运送指令,以确保有序生产。在生产线之间引入生产看板,可以取消半成品入库。将在制品装入看板料箱,并将生产指令看板附在料箱上,用完的料箱传递到上游工序。当看板数量达到触发点时,安排生产。完成后,送至下游工序,减少在制品数量。生产看板实现了生产信息和运送信息的可视化,解决了生产计划脱节和工序间沟通等问题,提高了管理效率,减少了在制品数量,为流畅生产创造了条件。

4.3 机加工生产线流方案实施

推行单件流生产,每次只有一种产品通过生产线,旨在减少在制品。该策略解决了资源浪费和质量问题,实现了持续改进,降低了生产成本。通过模块化装配工位平衡和工序平衡,控制在制品数量;通过生产看板传递信息,以满足单件流生产要求;改善工序间物料传递方式,用工装夹具替代传递托盘,实现半成品单件流动。通过上述一系列调整后,可以实现单件流生产。

5 效益分析与评价

在经过一个月的现场改善后,对改善前后的数

据进行全面而详尽的测量和分析,以深入了解改善的效果。需要特别关注的是生产线上各个工位的在制品情况,这是一个关键指标,能够反映出生产流程的效率和顺畅程度。通过仔细比对改善前后的数据,可看到作业平衡率大幅提升。改善前,生产线的作业平衡率仅为69%,意味着各工位之间的工作负载分配不均,存在生产效率低下的问题。通过实施改善措施,作业平衡率得以提升,达到了90.4%。这表明,现在各工位的工作负载更加均衡,生产过程更加协调,不存在明显的生产瓶颈。此外,还对人员配置进行了精简,不仅提高了工作效率,还降低了企业的人力成本。通过消除冗余工作和合理分配人员,工作流程变得更加流畅和高效。

这些数据对比清晰地展示了现场改善的效果。它不仅使流量仪表生产线更加高效,还提高了企业的竞争力。这个月的改善工作带来了显著效益,为企业未来的发展奠定了坚实的基础。

6 结语

通过对生产线的深入分析和优化,本文成功地消除了冗余工作,提高了生产效率和产品质量。通过引入拉动式生产方式和看板系统,本文有效地减少了在制品数量,实现了精益化生产。改善后的生产线布局和工序流程更加合理,设备和人员的配合更加协调,生产线的各个环节能够更加流畅地连接起来,不仅提高了生产线的效率,还降低了成本,为企业创造了更多的价值。

参考文献:

- [1] 方培余. 基于精益生产的M公司车间现场管理优化研究[D]. 长春: 吉林大学, 2023.
- [2] 曹文峰. 基于精益生产管理的工厂MES系统研究[J]. 智慧中国, 2023(06): 70-71.
- [3] 余东, 于志刚, 王从明, 等. 电动汽车底盘装配线精益生产分析[J]. 汽车与新动力, 2023, 6(03): 76-78.

作者简介: 许胜军(1982.01-), 男, 汉族, 浙江金华人, 本科, 工程师, 研究方向: 流量仪表的生产技术和制造工艺。