

脉动式生产线在空空导弹总装中的应用探索

Application of Pulsation Type Production Line and Exploration in Assembly of Air-to-air Missile

中国空空导弹研究院 刘立双

[摘要] 随着军方对产品需求数量的增大,探索一种新型的能够大幅度提高生产效率的生产线模式变得越来越重要。脉动式生产线通过节拍的确定、实施站式管理,对工艺流程的再造和对生产组织、管理模式的重塑,能够缩短生产周期,提高生产效率,同时有助于改善产品质量。脉动式空空导弹总装生产线目前正在建设中。

关键词: 总装 脉动式 节拍 站位

[ABSTRACT] A new production model which can improve the efficiency greatly becomes more and more important in that the military's demand for the air-to-air missile is increased. Pulsation type production can shorten the cycle, improve efficiency, and improve the quality. The new production model includes process reengineering and management reinventing, which lay stress on time and station management. Currently the pulsation production line for air-to-air missile assembly is under construction.

Keywords: Final assembly Pulsation type Time Station

随着国际形势的变化,部队为了更好的履行新时期军事使命,战训、演练的频次逐年增加,对空空导弹产品的消耗也在逐年增大。军方对产品订货量的持续增长,要求承制单位能够快速、高效的生产和提供具有一定批次数量的质量稳定的产品。为此,需要探索一种新型的生产线组织模式,以缩短产品生产周期、提高生产效率,使产品生产更加精益、更加高效。

1 空空导弹总装生产分析

空空导弹总装是指将导弹的各舱段进行对接,并进行相应的测试,后包装入库的过程。其典型工艺流程见图1。

目前,空空导弹总装普遍采用一站式生产,即整个空空导弹总装的工艺过程均在一个工作站内完成,各工序串行作业,一旦某工序出现问题,后续产品无法开展工作,同时受产品质量问题处理时间、厂房火工品定量存放等诸多因素限制,工序间影响较大、等待时间较长,生产效率较低。如某型号产品的单台生产周期为 n 个

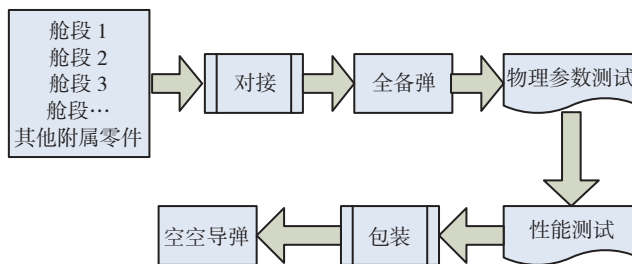


图1 空空导弹总装典型工艺流程图

Fig.1 Assembly process of one typical air-to-air missile

工作日,意味着在 n 个工作日内后续产品无法开展任何工作,无形中降低了生产效率,延长了生产周期。

2 脉动式生产线设计内容

脉动式生产线是借用流水线的形式,使产品按照固有的节拍移动,操作人员在相对固定的区域内进行作业,以提高生产效率、改善产品质量、降低劳动强度,缩短生产周期,使产品生产更加高效、更加精益。目前,中航工业西飞等公司已经在飞机总装中进行成功应用。

脉动式生产线的设计内容分为管理设计和技术设计两部分。管理设计主要是节拍的确定、设备需求和负荷系数、生产线平面布置设计、操作人员配置等;技术设计主要是工艺规程的制定、设备工装设计等^[1],见图2。

脉动式生产线的核心内容是将生产过程按照站位

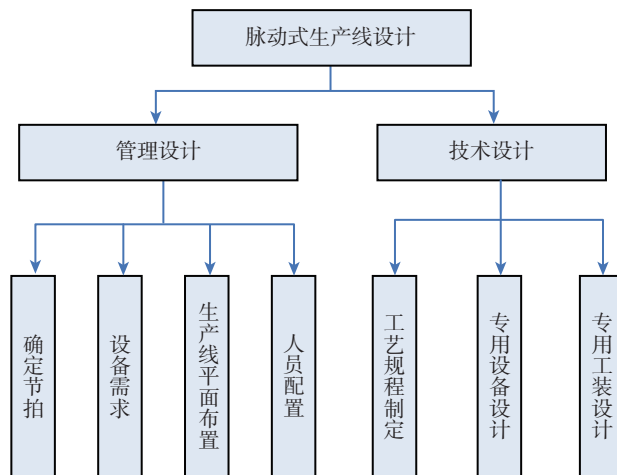


图2 脉动式生产线设计内容

Fig.2 Design of pulse production line

进行划分,其工艺过程完全封闭,并进行转站检查,合格后转站,以使产品按照一定的节拍进行连续、均衡的生产。合理确定节拍、按站位合理制定工艺规程是脉动式生产线设计的关键。

3 脉动式空空导弹总装生产线设计

3.1 空空导弹总装生产特点

空空导弹总装生产具有多品种、少批量等特征,其生产过程具有如下特点:

(1)空空导弹总装的全部工作均可在生产线上完成;

(2)各型号产品在生产线上的工序和时间基本相同;

(3)各型号空空导弹成批次轮番生产,更换产品时,对设备、工装等的调整不大;

(4)年度周期内生产多型号产品,在单个月度或季度周期内只生产其中一种产品。

在生产线设计过程中需要针对其生产特点,结合产品特有的技术要求,进行有针对性的生产线设计。

3.2 脉动式空空导弹总装生产线设计

采用脉动式生产线进行空空导弹总装生产,重点需要在节拍的确定、生产流程再造、生产线平面布置设计、工艺规程制定、现场管理模式重塑等方面开展工作。

3.2.1 节拍的确定^[2]

对于多品种、少批量生产线的节拍的确定,应选择产量较大、工艺过程相对复杂的产品为代表产品,并以此为基准来确定生产线节拍。

如有 I、II、III 3 种型号空空导弹同时使用同一条总装生产线,选取产量大、工作量大、工艺过程相对复杂的产品 I 为代表产品,生产线总的产量 X 按下列公式计算:

$$X = X_I + X_{II} \alpha_{II} + X_{III} \alpha_{III} ,$$

$$\alpha_{II} = t_{II} / t_I ,$$

$$\alpha_{III} = t_{III} / t_I .$$

式中, X 为计划周期内生产线产量; α 为单台产品总装时间比; t 为单台产品总装时间。

3 种产品的生产节拍为:

$$\delta_I = TX ,$$

$$\delta_{II} = \delta_I \alpha_{II} ,$$

$$\delta_{III} = \delta_I \alpha_{III} .$$

式中, δ 为节拍; T 为计划周期内有效工作时间。

3.2.2 生产流程再造

生产流程再造就是将整个工艺过程按照节拍进行站位划分,划分过程中兼顾工艺过程各专业的整合。在确定的节拍下,同一专业或类似的专业应划分在一个工作站内进行。通过合理的工艺流程再造,改变产品串

行作业模式,实行交叉作业或部分交叉作业,按照节拍拉动生产进程,减少工序间影响和等待时间。

以图 1 中空空导弹典型总装工艺流程为例,按照各工序操作时间和工序的相似性,将其分为 5 个工作站位,如图 3 所示。其中第 3 站“物理参数测试”和第 4 站“性能测试”可以实行并行交叉作业,将在很大程度上减小和缩短工序间的影响和等待时间。

3.2.3 生产线平面布置设计

生产线的平面布置设计应根据工艺流程和生产站位划分,同时考虑产品特殊要求及相关标准要求,兼顾物流、人流的顺畅性。

按照图 3 所示的典型空空导弹总装生产站位划分,除辅助区域外,将生产线平面布置为 5 个独立的生产功能区域。目前,我院在建的一条生产线即按此方式划分区域。

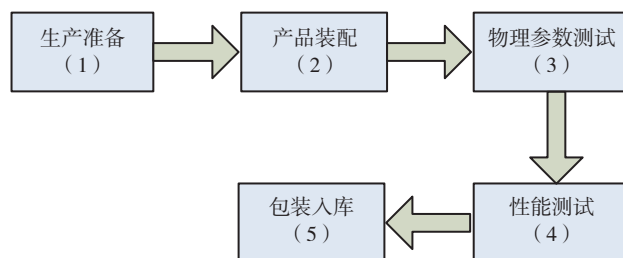


图3 空空导弹总装站位划分图

Fig.3 Working station of air-to-air missile assembly

典型的空空导弹总装生产线平面布置如图 4 所示。

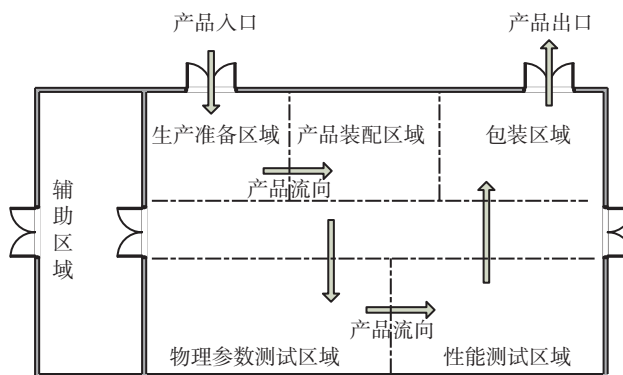


图4 典型空空导弹总装生产线平面布置

Fig.4 Layout of production and assembly line

3.2.4 工艺规程制定

按照站位划分,将空空导弹总装过程用 4 份工艺规程进行规范操作,分别为:

- (1)空空导弹装配工艺规程;
- (2)空空导弹物理参数测试工艺规程;

(下转第 120 页)

- (3) 附件机匣装配工位;
- (4) 控制系统装配工位;
- (5) 外部设备装配工位。

3 脉动装配线优点

水平脉动装配线提高了生产效率,缩短了发动机的装配周期,斯奈克玛公司采用 Clemessy 水平脉动装配线使发动机装配周期缩短了 30% 以上。同时改善了工人的工作环境,减少操作者需要掌握的技能 and 劳动强度,提高工作熟练度,从而提高了装配质量,促进了工作效率的提升。通过对装配过程的拆解,对装配内容的专业化分工和管理起到了促进作用,因此脉动装配适合大批量发动机生产。

4 脉动装配线局限性

水平脉动装配线,顾名思义要水平装配,主要指低压涡轮转子水平装配,尤其是需要低压涡轮轴水平穿过核心机进行装配。

水平脉动装配线不包括核心机(高压压气机转子、燃烧室、高压涡轮)装配,也不包括低压涡轮、附件机匣等部件装配。

脉动装配线对生产要求计划性较强,如国外的水平脉动装配线需要风扇、核心机、低压涡轮、附件机匣和总装机件配套按时到位。

水平脉动装配线投资大,不适宜小批量生产。这种装配线对轨道、支撑和地基都有特殊要求,需新设计厂房统筹考虑,不建议改造现有厂房。

5 借鉴建议

可以根据具体情况选择直接建线或借用理念。

(1) 建立水平脉动装配线。

对于低压涡轮转子能够水平装配且未来生产批量大的发动机型号可以考虑建立水平脉动装配线。

相应提升生产管理;及时配套;平衡各工位之间工作负荷。

(2) 现有条件借鉴脉动理念。

借鉴脉动理念,以现有硬件为基础,通过细化人员分工、脉动阶梯排产来实现脉动装配。

建立操作者流动起来的装配线,细化分工,生产计划精确排产,操作者根据需要在不同发动机装配自己负责的零件。

参考文献

[1] Martins M. Aircraft engine assembly: Rapid pulse rate. Safran Magazine, 2011(11): 30-31.

(责编 良辰)

(上接第 117 页)

(3) 空空导弹性能测试工艺规程;

(4) 空空导弹包装工艺规程。

3.2.5 现场管理机制重塑

空空导弹总装实行脉动式生产,需要对现有生产现场管理模式进行重塑,改变现有的全过程管控,实行站式管理,站位内操作内容全封闭,经过检查合格后实施转站。站式管理可以使专业划分更细致,操作人员专注于所在站位内负责的工序,其熟练程度有助于产品质量的改善和稳定;以后一站作业的完成拉动前一站生产进程,前一站产品即为后一站的配套,有助于提高生产效率。

在一个计划周期内,利用产品计划生产数量和产品节拍确定每组产品的数量,生产过程中站位间成组移动,组内顺序生产。

3.2.6 设备、工装设计

在多品种、少批量的生产需求下,脉动式生产线所用设备、工装的设计应遵循以下原则:

(1) 按照节拍,将最慢工序作为平衡工时,确定设备、工装的需求量。

(2) 设备、工装的设计尽量体现柔性化,力争做到生产线更换产品时,设备、工装不需更换或更换不大。

3.2.7 人员配置

采用站式管理的空空导弹总装生产线人员配置,应遵循以下原则:

(1) 按照节拍,将最慢工序作为平衡工时,确定各站位所需工位数量;

(2) 按照各站位工位数量,依据最复杂产品的单台所需时间配置操作人员;

(3) 充分考虑准备、周转、物资配送等所需人员。

4 结束语

脉动式生产线通过流程再造、站式管理等,可以提高生产效率,降低生产周期。但与所有流水线模式一样,具有明显的节奏性和较高的连续性,一旦某个关键环节出现卡滞,整个生产将无法进行。除此之外,其在空空导弹总装生产中的应用尚处在探索阶段,目前我院按照脉动式生产线设计的空空导弹总装生产线正在建设中,很多问题尚不可预料,需要在后续工作中逐步摸索和解决。

参考文献

[1] 周根然. 生产运作与管理. 北京: 科学出版社, 2010.
[2] 林宏. 流水生产线研究与实例分析 [EB/OL]. [2011-05-28]. www.doc88.com/p-30989275525.html.

(责编 深蓝)