

基于脉动生产线的精益配送管理信息系统

Management Information System of Lean Logistics Based on Pulse Production Line

金航数码科技有限责任公司 张俊文 宝王海龙 刘伟

[摘要] 飞机脉动生产线是公认的现代先进的飞机生产模式,中航工业正在大力推广飞机装配脉动生产线模式。脉动生产线是实现移动生产线一个重要的阶段过程,它的建设为实现移动生产线打下了坚实的基础。精益思想作为核心理论和思想,在脉动生产线背后起着非常重要的支撑作用,而针对脉动生产线以精益计划为基础的精益配送,则对整个生产线的实际运行起着决定性的作用。

关键词: 脉动生产线 拉式生产 精益生产 MRP 精益思想

[ABSTRACT] The aircraft pulse production line, being vigorously promoted by Aviation Industry Corporation of China, is already been established as the most advanced plane production line at the present times. Pulse production line to realize mobile production line is an important stage of the construction process, it is to realize mobile production line and lay a solid foundation. The core theory basis of pulse production line is lean concepts. And lean logistics, as a part of lean plan, play a decisive role inputting the aircraft pulse production line into use.

Keywords: Pulse production line Pull production Lean production MRP Lean concept

2010年,中航工业西飞第一条脉动生产线建成投入使用,中航工业将西飞公司“脉动生产线”定义为最佳实践,并在飞机主机厂进行推广。在西飞建立第一条脉动生产线时,同时配套建立了管理信息系统来支撑整个生产线的运行。

脉动生产线是多种先进管理思想、管理工具和装配技术的融合,包括精益思想、信息技术、先进装配定位技术和移动技术等。本文在精益思想的指导下,结合脉动生产线的特点来研究脉动生产线的生产管理方法和手段,分析精益配送管理对于脉动生产线实际运行的重要作用;同时以西飞脉动生产线的信息系统为基础,采用理论和实际相结合的方式,研究支撑脉动生产线的最佳配送管理信息系统,为中航工业推广飞机装配脉动生产线模式做出积极贡献。

1 飞机柔性装配的新模式

传统的飞机总装采用固定式(机库式或停车场式)装配,工人按照装配订单(AO)要求领取零件、工具工装和工艺文件,在固定位置逐步完成飞机从外到里的全部装配,工人的活动范围大并且作业交叉、移动距离长,有相当多的浪费作业,现场特别混乱。这种模式存在飞机生产总装周期长、占用生产面积大、在线飞机多、在制品周转慢、库存量大和多组工人并行作业等缺点,而且必然存在各架飞机的作业不一致问题,以致于产品质量和交付周期一直是一个管理难题。

飞机总装过程受产品复杂、周期长、批量少,物料不到位的影响甚大,装配技术复杂,对接定位、测量、试验环节多,产品构型复杂,实行单架次构型管理,这样就造成了飞机脉动生产线在技术、管理、物流配送上的难点。

能不能和汽车生产一样,也采用移动式的飞机装配线?这一直是各国飞机生产工程师竞相探索的问题。产品移动的生产线是第一次管理革命的产物,福特汽车的移动生产线成为工业化的标志之一。移动生产线的基本要素是:零组件统一标准的互换性、工人精细分工、动作标准化工作、物料的精确到位、均衡和节拍、采用专用的固定生产线设施。移动生产线效率高、工人等级低,促成了传统现代企业制度的建立。

波音公司在充分理解精益思想精髓的基础上,结合现代飞机生产特点,创造性地建立了脉动生产线模式,并取得了巨大的成功。

第一条现代的飞机脉动生产线是波音717总装线,当时预测在20年内,有3000架的市场预期。使得波音717具备采用移动式装配的条件。波音717脉动生产线于2006年建成投产,这条单件流连续脉动生产线共有2个用于机体对接的固定站位和6个总装的移动站位,每班移动18英尺。生产线建立的直接效益是将原来现场需要20架在制飞机减少到只需要8~10架,并且缩短了装配周期50%,这条生产线共生产了156架717飞机。与717同时期建设的是武装直升机Apache的精益脉动生产线,Apache的U型脉动生产线获得了示范性效果,2005年被授予美国精益生产最高成就奖——新乡奖。

波音在此基础上,将移动式装配用到了波音 737、波音 747(部装)、波音 757、波音 767、波音 777 等所有的商用飞机生产上。其中,波音 737 移动生产线使用完全配套、向工作地点配送和看板等方法,减低生产周期 80%、减少总装配周期 46%,成为精益和高效率生产的典范;波音 777 的 U 型移动线于 2010 年 1 月线全部建成是世界最大的集成式脉动生产线,另外还有正在试生产的波音 787 移动线、P8A 海军反潜电子侦察机移动生产线、卫星精益脉动生产线等。

波音革命性地突破了多品种小批量飞机生产不能采用移动式生产线的禁锢,它的成功经验带动了世界各大飞机制造商。空客、庞巴迪、巴西航空都为新机建立移动或脉动生产线,英国宇航通过价值流分析,缩短了装配过程,实行单件流布置的 F35 脉动生产线,还建立了按架次成对移动的空客机翼总装脉动线和支持车间,达到每天一架的目标,从事发动机维修的德国汉莎航空也于 2010 年建成用于 CFM 发动机维修的发动机分解和装配的脉动生产线。

2 基于精益思想理念的脉动生产线

2.1 精益思想

精益思想有 5 项基本原则,分别为:

价值: 以客户的观点来确定企业从设计到生产到交付的全部过程,实现客户需求的最大满足。

价值流: 某一产品从原材料到成品赋予价值的全部活动,精益思想识别价值流的含义是在价值流中找到哪些是真正增值的活动。

流动: 精益思想认为成批、大批量生产经常意味着等待和停滞,少量生产时保持连续流动,只有产品按照从原材料到成品的过程连续生产,工作才能完成的更为精确有效。

拉动: 通过正确的价值观念,让用户按需要拉动生产,实行拉动以后用户或制造的下游就象在超市的货架上一样地取到他们所需要的东西。

尽善尽美: 精益改进的结果必然是价值流动速度显著的加快,不断地用价值流分析方法找出更隐藏的浪费,作进一步的改进,这样的良性循环成为趋于尽善尽美的过程,持续地对尽善尽美的追求,将造就一个不断进步的企业。

精益生产的核心就是以较少的人力、较少的设备、较短的时间和较小的场地创造出尽可能多的价值,同时也越来越接近用户,提供他们确实需要的东西。精确地定义价值是精益思想关键性的第一步;确定每个产品的全部价值流是精益思想的第二步;紧接着就是要使保留下来的、创造价值的各个步骤流动起来,使需要若干天

才能完成的工作,在几小时内完成,使传统的产品生产周期由几个月或几周减少到几天或几分钟;随后就要及时跟上不断变化着的顾客需求,因为一旦具备了在用户真正需要的时候就能设计、安排生产和制造出用户真正需要的产品的能力,这就是说,可以按用户需求拉动产品,而不是把用户不想要的产品硬推给用户。

2.2 脉动生产线的精益内涵

波音在总结移动生产线成功的因素时提到:移动生产线是波音十几年来致力于实行精益生产的成果,精益生产是成功建立飞机移动生产线的基础,移动生产线的运行又是对整个波音生产模式的巨大推进。

波音在建立移动线时,强调了实行精益制造的 3 个基本原则:同步节拍生产、单件流、拉式生产。

虽然脉动生产线只是建立移动生产线的的一个阶段性目标,一个过渡的过程,但是其理念和内涵是完全一致的:精益生产。

脉动生产线将总装装配现场划分成多个站位,站位划分原则遵循飞机装配先后顺序原则,一般站位不宜划分过多,以 4~6 个为好。在建立多个站位的同时,必须保证每个站位的装配周期必须一致,即要求脉动生产线按照一定的节拍进行装配,这也是精益思想的价值流精髓所在,这样才能形成整个飞机的脉动式装配。

脉动生产线的建造过程有 9 个步骤,分别为:分析价值流图,平衡生产线,标准化工作,可视化,完全配套,建立配送线,重新设计主装配过程,形成“脉动生产线”,形成总装配的移动生产线。

从第一步和第二步就可以看出,脉动生产线的基础是必须先进行价值流分析,即对脉动生产线的全部装配过程和内容进行分析,平衡装配生产线,其目的就是为了保证每个站位的节拍一致。

2.3 脉动生产线的配送管理

脉动生产线的实质就是按照站位有节拍的进行装配,使得装配如流水线式的进行,大大加快了装配进度,缩短了装配周期。但是,如果一旦某个站位出现问题,那么不仅影响出现问题的站位,还会由于站位的堵塞,影响所有站位的装配,从而给整个飞机的装配进度带来致命影响。因此脉动生产线的配送将显得尤为重要,必须根据装配计划及时的保证成品、零件、标准件、工装等所有资源的配送,只有所有资源的准时配送,才能保证脉动生产线的稳定运行。

3 基于装配计划的准时配送管理信息系统

3.1 整体架构图

系统中根据飞机交付进度,以及飞机的 MBOM 结构(包含飞机站位信息、AO 信息、AO 配套信息、站位的

节拍信息等)生成每个站位的装配计划以及每个站点每天的配套需求;系统中同时会将零件库、成品库等资源进行管理,并根据装配的配套计划对每个站点进行准时化配送,保证生产线的正常运行。整体架构图如图1所示。

3.2 装配计划管理信息系统

装配计划管理信息系统是准时配送管理的依据与核心,只有精确完整的装配计划,才能生成其装配计划所对应的各种资源配套需求计划。

飞机的交付计划是装配计划的源头。对于脉动生产线,其飞机的交付计划必须更加精确,由原来的月交付计划变为天交付计划,明确每架飞机的交付计划;而飞机的MBOM是装配计划的重要基础,MBOM包含了飞机的装配顺序信息,有多少个站点,每个站位的生产节拍(同样至少精确到天),每个站点所包含的AO信息,

每个站点AO的先后装配顺序,每个AO中所包含的成品配套、零件配套要求、工装工具等要求。

系统将根据飞机交付计划以及MBOM信息进行MRP计算,从而生成详细的装配计划。装配计划包含每个站位的计划开工与完工日期(与节拍相符),每个站点中的AO计划。精确、详细的装配计划是脉动生产线的生产运行的重要基础,同时也为资源的配送提供了依据,成品、零件、工装等将根据装配计划进行准时配送。

3.3 成品配送管理信息系统

成品是影响装配最重要的因素之一,在实际生产中,往往因为成品供应不及时大幅度的影响了整架飞机交付进度的现象非常频繁。而在脉动生产线中,这种状况将不允许存在,否则脉动生产线不但无法缩短装配周期,而且会影响所有飞机的交付。而解决成品供应问题

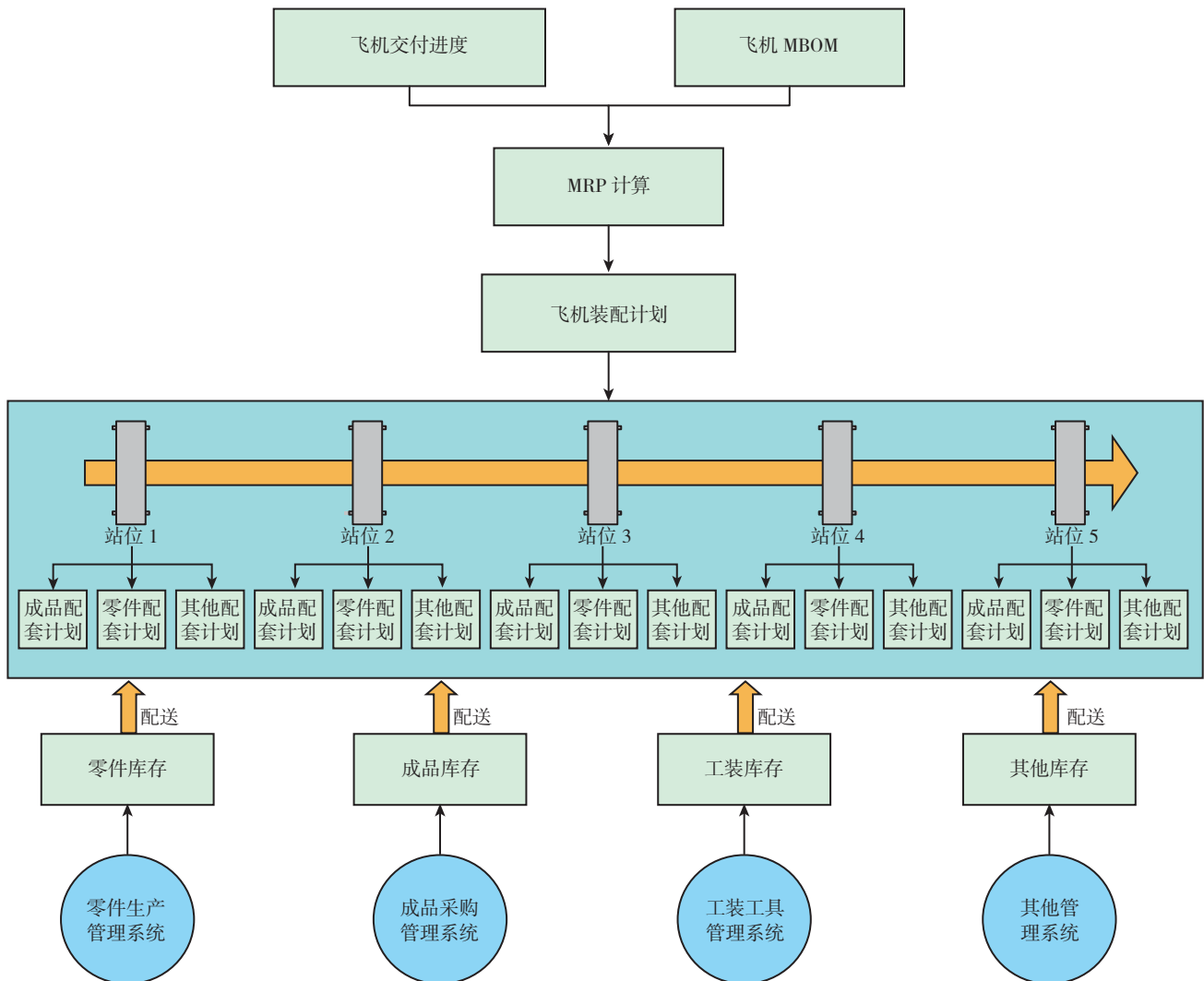


图1 装配计划管理信息系统整体框架图

Fig.1 Overall frame of assembly scheduling management information system

的办法从根本上还是要加强对供应商的控制,通过供应链来跟踪供应商的进度。

成品配送管理系统还可与企业的成品采购管理系统集成,从而打通成品的供应链,为加强供应商控制,解决成品供应提供重要的手段。

为保证成品的及时供应,准时配送,必须在系统中建立成品库存系统。成品库存系统包含了库房、库位的建立、成品入库登帐、成品的配套出库、成品的查询与统计等。

在成品库存建立的基础上,根据 AO 装配计划生成的成品配套需求计划,来提前进行成品配套,根据配套情况,可以提前发现成品的缺件,使得管理人员尽快解决成品供应,避免到装配时才发现问题而导致生产线停产,最终保证成品按时配套齐全。配送人员每天将配套好的成品根据装配需求按时配送到现场。

3.4 零件配送管理信息系统

由于零件缺件影响了整架飞机交付进度的现象同样经常发生,特别是长周期的关键件。而在脉动生产线中,这种状况将同样不允许存在,会影响所有飞机的交付。而解决零件缺件问题的根本办法还要从零件生产着手,通过零件配送管理系统与零件生产计划系统集成,采用推拉结合的模式来解决零件计划的准时交付问题。所谓推拉结合,即在零件生产计划管理系统中对零件生产计划进行管理,以配送管理系统的 MBOM 中 AO 的零件配套需求对零件生产计划管理系统的投产计划进行补充和完善,保证生产计划管理的顺利进行。

为保证零件的及时供应,准时配送,必须在系统中建立零件库存系统。零件库存系统包含了库房、库位的建立、零件入库登帐、零件的配套出库、零件的库存查询与统计等。

在零件库存建立的基础上,根据 AO 装配计划生成的零件配套需求计划,来提前进行零件配套,根据配套情况,可以提前发现零件的缺件,使得管理人员尽快解决零件配套,避免到装配时才发现问题而导致生产线停产,最终保证按时零件配套齐全。配送人员每天将配套好的零件根据装配需求按时配送到现场。

3.5 工装工具配送管理信息系统

在装配中,特别是在研制生产中的装配,以型架为代表的工装对于装配的进度影响非常大,目前国内装配的工装基本上都是自制,而基于脉动生产线的配套设备领域实际上产生了很多专业装配工装和生产线制造厂商。因此如果是自制,工装工具配送系统需要和工装工具的研制生产系统集成,如果是从专业厂商进行采购,需要和采购系统集成,最终为工装工具的配送提供有力的工具和手段。

工装工具配送管理系统和零件成品的配送系统大同小异,这里不再细述。

4 结论

脉动生产线所包含的各种尖端技术,管理理念等内容非常多,本文仅以精益思想为理念的配送管理信息系统进行分析研究,通过分析,我们能导出 2 个结论:(1)精益思想是现代飞机制造过程管理的理论依托,不断地深入理解和实践精益思想,将会不断地提升飞机制造的管理水平,保持管理理念的先进性;(2)在飞机制造行业,信息技术已完成融入到飞机制造的每一个环节,先进的脉动生产线模式需要有蕴涵先进管理理念的配送系统作为支撑,才能发挥出强大的威力。

(责编 小城)

(上接第 123 页)

局设计与生产线运行仿真。

四是进行生产线平衡分析。通过查看各工位的 GANT 图,发现该产品的二工位工作时间较其他工位要长,即二工位是该生产线的生产瓶颈,生产线不平衡;通过在虚拟环境下调整各工位的工作内容,并反复进行生产线平衡分析,将各工位工作时间调整到平衡状态。

最后形成相对平衡的生产线规划方案,并根据该方案构建了真实的脉动式装配生产单元。

该脉动式装配生产单元在生产运行中,产品的生产周期缩短到 10 天,生产效率提升了 61.5%,保障了产品的按时交付。

5 结论

采用柔性的脉动式生产模式,综合运用成组技术、单元生产和模块化装配方法,通过柔性化设计和精益生产布局,能提升装配生产效率,缩短生产周期,满足小批多种特点的航空机电产品的装配生产需求,是提升航空企业装配生产能力,进而打造企业核心制造能力的必由之路。

参考文献

- [1] 范玉青. 波音 787 飞机总装配线及其特点. 航空制造技术, 2011(23):38-42.
- [2] 于勇,陶剑,范玉青. 波音 787 飞机装配技术及其装配过程. 航空制造技术, 2009(14):44-47.
- [3] 许国康. 飞机总装移动生产线技术. 航空制造技术, 2008(20): 40-43.
- [4] 赵彤,王先奎,郝胜强. 离散型生产线组织方式的分析. 机械制造, 1998(12):40-42.
- [5] 范玉青,梅中义,陶剑. 大型飞机数字化制造工程. 北京: 航空工业出版社, 2010:545-547.

(责编 亿霖)