

# 通用飞机总装脉动式 生产线构建

## Construction of Pulsating Production Line of General Aircraft for Final Assembly

中航工业沈阳飞机工业(集团)有限公司 郭佳 吴永林



郭佳  
工程师,主要从事飞行器数字化  
制造技术、生产管理等方面的研究与  
应用。

对于飞机制造业来说,其产品总装长期以来都采用传统的固定式装配模式,这种模式带来了产品交付周期长、产品质量难控制等问题。随着20世纪末以丰田生产方式和精益生产理论为核心的精益制造思想的引入,各飞机制造企业逐步建立了移动

本文设计的飞机总装脉动式生产线以实现缩短交付周期、提高产品质量、拉动上游生产、降低制造成本、提高资源利用率为目标。同时,也希望通过在飞机总装生产线上尝试引入移动生产理念来变革传统装配模式以求提升竞争力。

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2015.05.058

式装配生产线以解决传统装配模式带来的问题。移动式装配生产线能实现飞机高质量、低成本和快速响应的制造,现已成为波音、空客等西方航空业巨头提高企业核心竞争力的手段之一<sup>[1]</sup>。

产品移动式生产是一种有效集成加工与移动两个环节的生产,它实现了加工与移动两种活动的有效集成与衔接,有效减少了加工与装配工序环节的等待,消除了大量在制品库存,使生产过程平顺、快捷,提高了生产活动的价值与有效性<sup>[2]</sup>。移动式生产一般可分为连续移动和间歇式移动,间歇式移动也称为“脉动”。

两者的区别在于连续移动是不间断地按固定加工路线移动,而脉动则是根据节拍间断式按固定加工路线移动。

本文设计的飞机总装脉动式生产线以实现缩短交付周期、提高产品质量、拉动上游生产、降低制造成本、提高资源利用率为目标。同时,也希望通过在飞机总装生产线上尝试引入移动生产理念来变革传统装配模式,以求提升竞争力。

为实现上述目标,同时达到8小时/架的生产速率,在构建生产线的过程中着重考虑以下几个方面:

(1) 装配流程及工艺布局。根

据飞机总装装配流程划分站位,确定各站位工作量、节拍时间及人员配置,保障飞机交付速率;结合厂房实际情况合理规划工艺布局,定置产品、器具、物料及人员,保障飞机装配生产线流动控制,方便现场生产管理。

(2) 进度计划管理。针对需求,制定严格的计划管控体系,并在生产现场实施看板可视化管理,有效监控现场生产流程,以求合理制定生产计划,并在最短时间内解决生产问题,保证生产线的畅通。

(3) 物流配送。建立零件、标准件、成品件等物料的配送制度,并配置合理数量的物流配送车及零组件存放托架,满足生产线的保障需求。

(4) 全面质量管理。培养每位员工的质量意识,并将质量监控贯穿于每一工序之中,由过程质量控制来保证产品最终质量。

## 装配流程及工艺布局

按照 8 小时/架的生产速率,合理制定飞机总装装配流程及生产线工艺布局,满足交付需求。

### 1 装配流程

总装生产线的主要工作包括发动机、翼面、舵面、舱门及系统件的安装、测试等。在装配流程的设计上,最主要考虑的是根据生产节拍的要求,均衡分配各站位工作量并确定人员配置。总装生产线主要划分为 8 个站位,如图 1 所示。其中并不包括散件站位,散件站位的设置是为了减轻其他站位的工作量,预先完成某些

装配生产作业任务。

飞机总装生产线每 8 小时移动一次,每个站位上的产品同时移动至下一站位,即脉动式生产。这样可以保障生产能按固定节拍进行,并且可以清晰地评估生产状况。生产线的移动速度是根据客户的需求和对市场的预测共同决定的。

通过按固定节拍进行的移动生产活动同时也拉动了上游相关生产工作,使生产各环节在移动过程中保持动态协同或同步,减少在制品在生产过程中流动的不均衡。

### 2 工艺布局

工艺布局需要从制造过程的顺畅性、均衡性、经济性、资源利用率等因素全面考虑,进行必要的工艺能力整合及车间布局,使之有利于移动生产优势的发挥。

移动式生产通常要求工艺布局采用流程式布置方式,即:总装生产线各站位的布局按飞机装配流程的顺序来布置。生产设施的布局也要按有利于移动生产的原则设计,生产所需的物料、工位器具、工具车、看板等分类存放在生产线周围对应的站位,使操作人员能够在需要的时间和地点方便取用,且全部定置,便于车间生产的 6S 管理。零部件库房也应布置于移动生产线附近。

根据上述原则设计的总装车间工艺布局如图 2 所示,将区域划分为移动生产线、库房和包装发运区 3 大部分,其中生产线采用 U 型布局。生产线实现了“操作者不动,飞机流动”的生产方式,流动是拉动生产的先决

条件,只有合理的工艺布局设计才能实现拉动式生产。总装脉动式生产线实际布局如图 3 所示,采用如此布局的生产线具有一定的柔性,对工艺相似性高的产品品种变化不敏感,同时某一环节的故障对整条生产线的影

## 进度计划管理

强有力的进度计划管理是实现脉动式生产的必要条件,是项目在工作任务内容及时间要求方面的安排,是配置生产性资源的依据。

对于批产项目来说,进度计划管理由公司级进度计划、部门级进度计划、车间/班组级作业计划 3 个层次组成,每个层次的计划管理又包括计划制定、计划执行报告和计划调整 3 个过程,如图 4 所示。

项目主进度计划是对生产过程中装配、移交等主要活动节点,材料采购和零件制造等批量工作节点及重要项目里程碑节点规定时间要求和数量要求,是确定项目所有相关活动顺序的主控计划。装配周期计划是在项目主进度计划确定的时间段内,按一定周期递进,以站位为单元,以工位为单位描述每架次产品生产安排,反应架次间投入先后顺序的短期计划。作业计划是在装配工位层面,以工序为单位描述每架次/批次产品的生产安排。

计划的制定要求各级计划的内容和进度安排均应确保在上一级计划输入的进度要求范围内实现,要严格贯彻上一级计划的指令性要求,并保证与有指导性和参照性要求的相关计划协调。计划的执行报告依据“谁编制计划谁报告”的原则分级进行填报和控制,报告周期和报告内容按上级计划主管部门要求填报。计划的调整依据“及时反馈,即时调整”的原则,当计划拖期或预见到可能拖期时,应制定恢复计划以确保上一级计划里程碑节点不受影响;当计划



图1 总装生产线装配流程

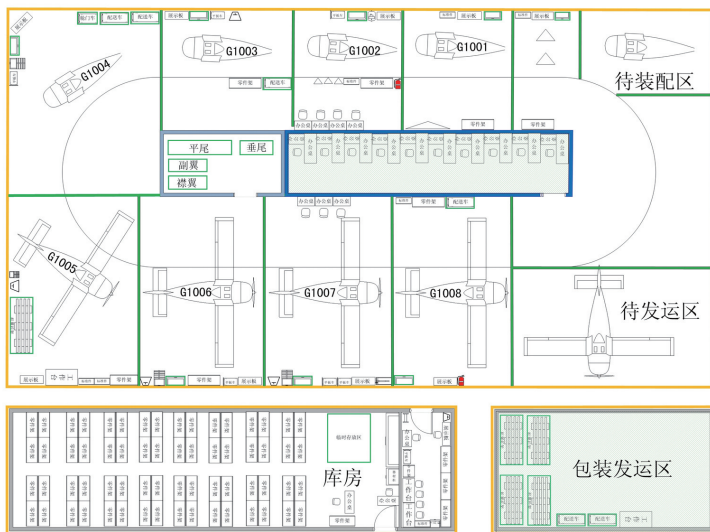


图2 总装车间工艺布局



图3 脉动式生产线U型布局

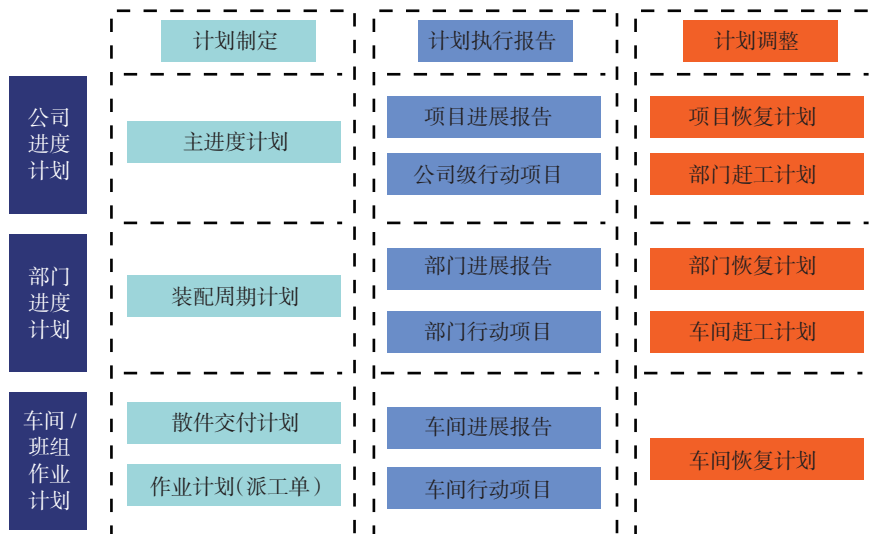


图4 计划层次控制图

拖期或预见到的拖期导致上一级计划里程碑节点无法实现,应由上级计划主管部门制定赶工计划及相关纠正措施。

### 看板可视化管理

在总装脉动式生产线的建设过程中,应用看板开展可视化管理是实现精益生产方式的一项重要工作。

生产线各站位均配有看板,如图5所示。看板显示与生产相关的工程、技术、质量等信息,操作人员、工艺人员、质量人员、计划管控人员和生产管理人员可从看板中直接获取所需信息,从而采取应对措施,确保生产顺畅。看板已成为站位之间、部门之间进行生产沟通的重要工具。

看板的构成内容包括物料配套信息、作业计划信息、工程更改信息、班组人员信息、站位装配方案、典型操作规程、装配标准工作法及6S、保密、安全的相关要求。

其中,位于看板上方的生产状态指示灯以最直观的方式表达该站位目前的生产状态:指示灯绿色表示站位生产正常进行;指示灯黄色表示站位生产存在问题需解决,但生产仍可继续进行;指示灯红色表示站位生产存在严重问题已停产,需要立即解决。

### 物流配送

物流配送是脉动式生产线的关键保障,只有准时、高效的物流配送,才能保障生产的正常运行。还要根据生产速率、物料存储空间等因素合理制定经济配送批量,便于生产管理、成本控制及6S管理。总装脉动式生产线物流配送如图6所示,物料的配送由器材供应部门根据配套表实行各站位按需配送。总装车间计划人员根据装配周期计划并结合生产进度信息,提出配套申请,器材供应部门依据站位配套表和配套申请组织物料配套,并送至生产现场。



图5 站位生产信息看板

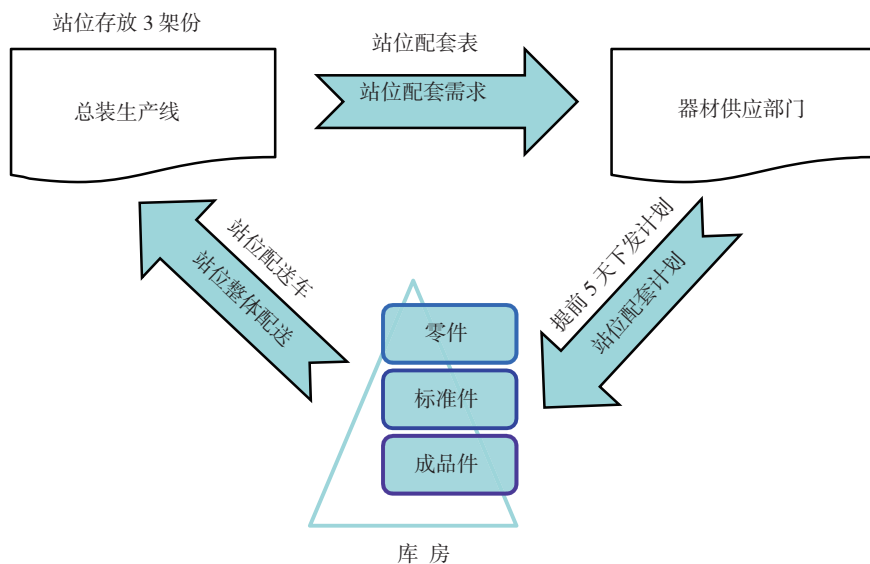


图6 物流配送



图7 物料定置管理

同时,在生产现场各站位配备相应数量的零件架、组件托架、标准件架及物流配送车,并定置管理,方便操作人员取用,如图7所示。

## 结 论

客户的需求是脉动式生产线的牵引力,并引导整条生产线向需求方向发展,针对客户需求应快速并准确地制定应对措施。合理的装配流程和工艺布局是使脉动式生产线能够顺畅流动的的必要条件,并且只有合理的工艺布局才能保障脉动式生产线进行拉动式生产。严格的计划管控是脉动式生产的传动链,各站位生产作业的拉动通过计划管控来实现。如果计划与生产脱节或者计划管控不利,则再完美的生产布局,再多的精益改进也无法实现生产线的脉动,其中看板可视化管理是计划管控的一种有效管理工具。物流配送是脉动式生产线的关键保障,只有准时、高效的物流配送,才能避免停工待料或物料积压现象发生。质量是任何生产活动的核心内容,生产线的流动、生产速率的提高、制造技术的改进、生产管理的提升,一切活动都需以质量为前提,产品质量是客户永远不变的需求。

通过以上几方面内容的实施,总装脉动式生产线建设已初见成效,在计划、物流、质量等方面都得到了合理优化,实现了8小时/架的生产速率,满足了客户需求,飞机质量得到客户好评。同时,实现了通过在飞机总装生产线上尝试引入移动生产理念来改革传统装配你模式以求提升竞争力的目标。

## 参 考 文 献

- [1] 许国康. 飞机总装移动生产线技术. 航空制造技术, 2008, 20: 40-43.
- [2] 黎小平. 移动式生产构建的基本问题研究. 航空企业管理, 2013, 1: 36-41.

(责编 叶枫)