

# 飞机总装脉动生产线及其 信息管理系统的应用与研究

Application and Research of Pulsating Aircraft Assembly Production Line and  
Its Information Management System

中航工业信息技术中心 薛良昌



薛良昌

从事信息化工作 12 年,曾在国内外多家信息化公司担任项目经理和高级咨询顾问。在企业生产计划和生产制造方面有丰富的实践经验和深入的研究,拥有多个 ERP 和 MES 成功案例,为多家企业的信息化管理作出了贡献。

进入 21 世纪,随着科学技术的发展,飞机技术日趋复杂,总装涉及的专业工种多、人员多、物料多、工具工装型架多、技术文件多,总装过程组织困难。另外,由于飞机总装周期长、交付压力大,往往采用扩大总装面积的方法来应对,结果导致装配厂房庞大、在线飞机多、在制品

飞机总装脉动生产线是一个单件流过程,要求连续的物流供给,总装的移动节拍将拉动整个装配和供应链的生产步伐。通过信息系统对装配计划的拉动,可以实现整个供应链按装配计划的需求生产,并严格与生产线的装配节拍同步,实现供应链的协同。因此,飞机总装脉动生产线将彻底颠覆传统的企业运行理念、状态和文化,提高我国的飞机制造水平。

周转慢。无论是军机还是民机,都具有需求多变、构型多、相同构型产量少的特点,加大了飞机生产装备投入的风险。因此,传统的飞机总装一般采用机库式(或停车场式)装配。在装配现场,飞机在固定位置上逐步完成全部装配和试验。在这种装配方式中,工人要寻取零件、工具工装、文件等,作业活动范围大且交叉,现场混乱,有相当多的浪费作业。同时,由于多组工人并行作业,各架飞机的实际装配作业很难一致,质量难以保证。

由于机库式装配存在种种弊端,因此飞机制造业逐步采用更先进的总装脉动生产线的装配模式。建立总装脉动生产线不仅要在装配

现场建立相关的设施,还需要建立与之匹配的工艺以进行生产支撑。同时,针对脉动生产线的特点,传统手工的管理方式已不能适应大量生产的模式,因而需要建立一套与之相适应的信息管理系统。本研究对脉动生产线及其信息管理系统所需要的功能进行了论述。

## 飞机总装脉动生产线的定义

飞机总装脉动生产线改变了传统的飞机装配模式,它借鉴了航空工业内先进高效的流水线作业方式,使飞机以固有的节拍移动,操作人员则在固定区域进行装配作业。通过对现有生产资源的合理规划和整合,它可以有效地提高飞机总装

的装配效率,改善飞机装配质量,并能降低工人劳动强度,改善装配现场操作环境,实现飞机低成本、高质量和快速响应制造。

与传统的机库式装配方式相比,总装脉动生产线有以下优势:(1)可以有效地缩短飞机总装的装配工时;(2)改善装配现场的环境,缩小飞机总装厂房占用的面积,减少飞机生产的投入;(3)使装配作业标准化,专业化的分工更易于保证飞机的质量和性能的稳定;(4)规范和拉动整个飞机的生产供应链的协同;(5)建立脉动生产线时采用的新工艺方法和新装备技术,能够促进飞机装配技术的发展。

### 脉动生产线的本质

飞机总装脉动生产线是管理革命的产物,这种装配方式效率高,要求工人精细分工、动作标准化,物料精确到位,节拍清晰、均衡,但专用设施投资大,缺少柔性等,传统上只用于批量较大、结构简单的产品生产。而飞机是典型的长周期、小批量产品,装配技术复杂,实行单架次构型管理,这就使得飞机总装脉动生产线在技术、管理、物流配送上都有难点。

因此,通过分析得出脉动生产线的本质为:(1)现代飞机制造信息化和管理创新理念相结合的产物;(2)生产线的均衡性和单件流;(3)装配过程标准化和专业化;(4)物料、工装、工具连续配送的物流系统;(5)生产现场的可视化控制。

### 脉动生产线信息系统功能要求

要实现脉动生产线稳定、高效运转,需要解决两方面的问题:移动生产线设施和装配技术的适应性问题,以及生产管理环境和复杂供应链对总装脉动生产线的适应性问题。对于前者,需要通过设施的改

造和建设及装配技术的不断改进来完成;对于后者,将大批量生产简单产品的流水线装配方式用在小批量复杂的飞机装配中,可行的解决方案就是采用精益生产方式。实行精益生产方式,除在生产管理上采用精益的方法和管理手段外,还需要建立脉动生产线信息系统以提供有效的信息支撑。

根据脉动生产线的均衡性和单件流及连续的物流系统,脉动生产线信息系统主要由基础数据管理、生产计划管理和总装脉动生产现场管理3部分构成(如图1所示)。

#### 1 基础数据管理

目前各大主机厂对飞机的EBOM、PBOM和MBOM基本实现了数字化管理,实现了设计数据、工艺数据、工装数据、检验数据、相关技术文件等所有产品数据的有效管理,以保证各机型和产品单一数据源的完整性、唯一性、追溯性,针对

各类相关的业务流程实现标准化、规范化、电子化的严格控制。

在飞机设计阶段和工艺设计阶段,按照脉动装配的方式和管理思想,采用成组技术和专业分工等新的工艺方法和装配技术,使生产装配阶段能够按照脉动装配的模式进行。另外,飞机基础数据的数据化能为企业的信息化提供有力的支撑,为实现脉动装配的生产模式奠定了良好的基础。

#### 2 生产计划管理

建立企业级的生产计划管理平台,将飞机的装配需求作为主生产计划,通过物料需求计划(MRP)生成总装计划、部装计划和零件加工计划以及采购计划。其中总装计划为单架次的装配计划,部装计划、零件计划和采购计划都是为满足装配计划服务的,并以满足装配计划为最高目标。此种方式为传统的拉动生产方式。

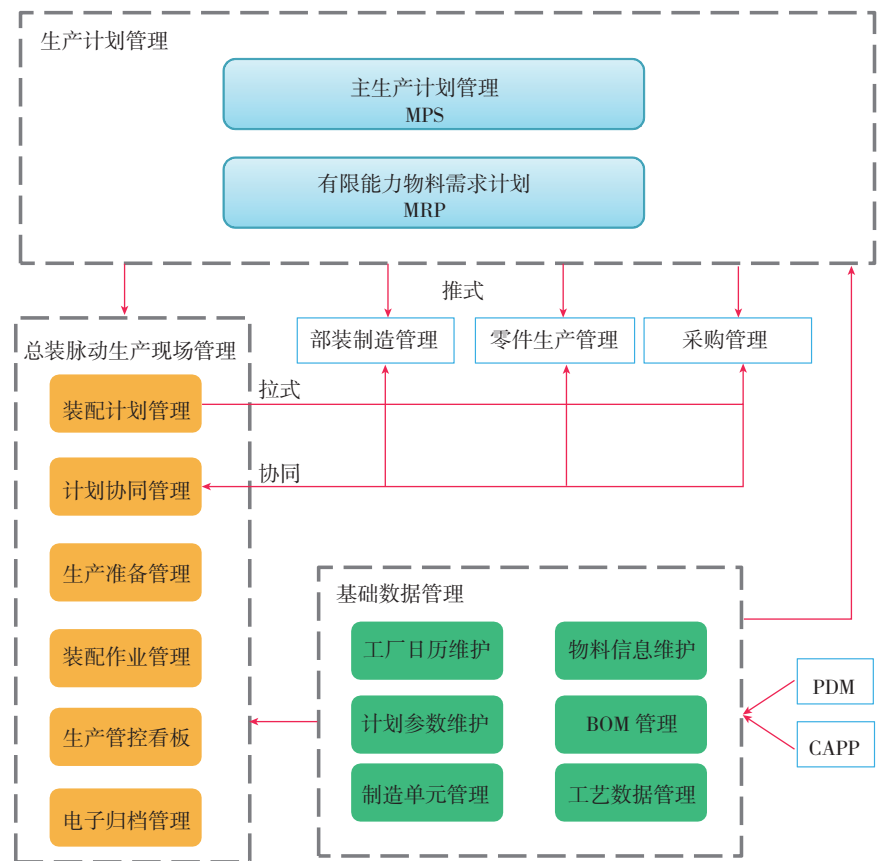


图1 脉动生产线信息系统功能框图

生产计划管理衔接企业其他的系统,如采购管理、零件生产管理、设备管理等,使所有的系统能和装配的业务保持一体化,避免产生信息孤岛,从而最大限度地缩短装配周期、零件生产周期、采购周期,实现准时交货、快速响应装配的需求。

### 3 脉动装配现场管理

采用脉动装配方式的飞机装配现场通常按照站位的方式进行管理。每个站位完成一定的装配工作(如大部件对接等),该站位工作完成后,飞机就移动到下一个站位,以此类推直至飞机装配完成。飞机在每个站位作业的时间相同,该时间通常称为脉动装配生产线的“节拍”。

#### 3.1 装配计划管理

接收生产计划管理的单架次装配计划,根据脉动装配线的站位和节拍的划分,自动计算出每个站位的开工时间和完工时间。目前国内大部分主机厂对飞机的装配采用AO(装配指令)和FO(工艺指令)的方式指导装配,站位的工作内容主要以AO、FO的方式体现,系统通过对AO、FO的配套信息计算出装配所需要的各类物料信息。在工艺能够细化到站位每天的工作内容时,系统就能够计算出站位每天所需要的配套物料信息,那么物流系统可以按照每个站位每天的需要配送物料、工装工具、设备等资源。

#### 3.2 计划协同管理

装配计划管理主要采用拉动的方式,计算出站位和站位每天的工作内容及配套的物料信息与所需的资源信息,从另一个方面可以矫正生产计划管理通过MRP运算得出的供给信息,使各后援单位能按照装配节拍按需生产。这种“推-拉”结合的计划模式可以充分考虑零件加工分厂与总装厂的协同生产,以及与采购管理的协同(外购件),使装配线得到稳定的物料供应。各协作单位按照拉动计划定期进行配

送,使装配线能够按时按需得到物料,保证生产线能够真正“脉动”起来,并按照固定的节拍进行装配。

#### 3.3 生产准备管理

包括工艺技术、工装、工具准备和物料准备。其中工艺技术准备可以通过与PDM/CAPP集成获得准备结果;工装、工具的准备可以与相关资源管理系统集成获得准备结果;物料准备可以从计划协同管理获得物料的准备结果。因此,生产准备管理能够按角色生成生产准备清单:针对工装、工具管理员可产生工装、工具准备清单;针对材料计划员可产生材料准备清单;针对配套员可产生零件配套准备清单。

根据装配计划把任务提前分解到每个角色,各角色针对自己的职能范围对生产准备完成情况进行督促和检查。生产准备的核心就是信息共享,在此基础上相关的管理人员各司其职,提前发现问题,提前处理问题,确保装配计划的可执行性。

#### 3.4 装配作业管理

用于装配过程的管理与控制,为现场工人提供人机接口。现场工人通过它来接收调度指令,并对生产过程实施操作与控制及对现场加工信息进行采集。

加工信息采集的数据范围包括:工序开始、结束时间,工人操作开始、结束时间,质量信息等生产进度汇报,另外还包含工程更改贯彻的信息,如AAO(补充指令)。

数据采集终端提供图形化、适应现场操作的触摸式数据采集软件界面,提供在线工艺规程、AO/FO/AAO、物料清单、工具清单查看,支持三维数模与工艺规程、AO/FO/AAO的关联,支持现场的电子工艺规程显示,从而实现装配现场的无纸化。

#### 3.5 生产管控看板

现场通过图文并茂的方式,通过不同维度展现装配线的生产信

息,如生产计划完成情况、物流供应情况、质量信息等内容,从而实现装配现场生产过程的显性化、透明化。

各级管理人员依据管理权限,自上而下,可随时查看现场信息,第一时间发现并掌握装配过程中整条生产线和站位存在的问题和实际情况,并通过系统的指示及时解决、处理,从而真正实现垂直化管理,排除中间环节的干扰。

#### 3.6 电子归档管理

每架次飞机通过最后一个站位完工交付后,系统要能够固化该架次飞机所有AO、FO和AAO信息,并根据管理文件要求按照架次进行归档。归档内容主要包括该架次使用的AO信息、FO信息、AAO目录信息,使可以根据机型、架次等关键信息进行查询、导出、刻录光盘,便于相关指令的归档、脱机查询。

对于已归档的信息,如果发生了事后AO修改、返修等问题,在产品交付后,需要重新打包所有该架次的信息(包括以前归档信息和本次更改信息)进行归档,实现飞机装配信息的永久保存。

## 结束语

信息技术的日趋成熟和广泛应用,为飞机总装脉动生产方式提供了更详实的计划和生产的实时数据。同时,与总装相关的后援单位之间的协同,保证了总装脉动生产线的稳定运行。飞机总装脉动生产线是一个单件流过程,要求连续的物流供给,总装的移动节拍将拉动整个装配和供应链的生产步伐。通过信息系统对装配计划的拉动,可以实现整个供应链按装配计划的需求生产,并严格与生产线的装配节拍同步,实现供应链的协同。因此,飞机总装脉动生产线将彻底颠覆传统的企业运行理念、状态和文化,提高我国的飞机制造水平。

(责编 谷雨)