

新舟飞机智能化精益生产线 构建技术研究

杨国荣, 来云峰, 解安生, 张琦

(中航西飞民用飞机有限责任公司, 西安 710089)

[摘要] 针对飞机总装生产线的特点和发展趋势, 阐述了飞机智能化精益生产线的内涵、智能化的特征, 提出了总装移动生产线构建架构及各系统的基本组成。介绍了新舟国产涡桨支线飞机精益化构建的总体需求和一般流程, 对构建智能化精益生产线过程中关键应用技术和相关实践应用情况进行了描述。实践应用证明了精益生产在生产线建设中的重要性。

关键词: 新舟飞机; 总装; 智能化; 精益生产线

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2020.12.024



杨国荣

研究员, 航空工业数字化制造首席专家, 长期从事飞机数字化制造、工装设计制造等研究与应用工作, 先后主持多项国家重点型号研制和飞机生产线创新研制工作, 获得国防科学技术进步奖 3 项、航空工业科技进步奖 2 项。现任某型国产涡桨支线飞机总制造师, 航空工业西飞民机运营及制造总监。

飞机总装生产线 特点及发展

众所周之, 飞机是一种尺寸大、质量重、精度高的复杂壳体结构产品, 采用了多材料、多结构和多工艺连接形式, 制造作业种类多, 主要分为原材料采购、物料配送、零件制造、部件制造、总装制造及验收交付等一系列工作。飞机总装作为飞机集成制造的关键环节又包含了大部件对接、发动机安装、管路电缆安装及检测、整机供电及气密试验、水平测量等环节, 具有生产节奏强、装配过程复杂、周期长的特点^[1]。因此, 飞机总装生产线的现代化水平正在成为提升飞机质量与效率、满足飞机批量生产要求的重要手段。

传统飞机制造中, 工业部门一直采取的是固定式生产方式, 见图 1。部件在固定站位上执行工序时的每一工步靠的是基于模拟量传递的互换协

调检验方法和分散的手工加刚性工装定位的非自动动作, 部件装配工序间的传递靠的是大量的人工活动。其典型表现是各个参与对接的部件由天车吊运到对接现场, 上架、手工调整、对合、制孔、清理、铆接, 整个总装制造流程的运转靠管理者的语言、足迹和书面文字来维持, 造成装配制造效率低下、生产线的节拍较难控制, 严重制约了飞机的准时交付^[2]。

20 世纪 80 年代, 为适应不同客户日益增长的诸多产品构型需求, 以及用户对飞机数量大幅增加而带来



图1 传统固定站式装配生产线

Fig.1 Traditional fixed station assembly line

的批量管理需求,以波音公司为代表的先进飞机制造公司,借鉴汽车制造业的流水线作业方式,投入大量资金在飞机自动化装配中,形成了自动化程度非常高的飞机总装移动式生产线,其典型特征是:产品移动时不进行装配作业,装配作业进行时产品不移动。2000年,美国波音公司建成第一条脉动总装线,并首次将其成功用于阿帕奇直升机总装,脉动总装的优势得到了实践的验证^[3]。目前,波音、洛克希德·马丁、空客等飞机制造公司分别在波音系列民机、F-35、A380等飞机的总装生产线中,采用流程再造等精益制造模式变革传统的装配生产方式,从而大大缩短了飞机总装时间,降低了飞机制造的成本,提高了装配质量。例如波音737移动生产线建成后,总装时间由原来的22d减少到11d,工作流程产品存货降低50%,存货储备降低59%,此生产线以50.8mm/min的稳定速度前行,最终将飞机装配时间减少到8d^[4]。

当前,新一轮科技革命和产业变革加速演进,以5G、云制造、大数据、物联网、移动APP等为代表的信息化技术与先进制造技术融合发展的新应用、新业态方兴未艾,飞机总装生产线在航空工业典型的多品种、小批量制造过程中不断得以创新,形成了“数字化、自动化、网络化与智能化”发展范式,在提高飞机总装效率、减少总装出错率和保证飞机质量方面取得了巨大的成就,成为新时代航空生产系统先进性的标志。

智能化精益生产线的内涵

1 精益生产

精益生产是基于精益思想的一种重新定义产品价值、识别价值流、重新制定企业增值活动、使价值流动起来、按用户需求拉动价值流、持续改善,追求尽善尽美的生产管理方式,主要通过消除企业所有环节上的不增值活动来达到缩短生产周期、减

低库存与成本和改善质量的目的,其核心和本质是最大限度地配置和使用企业资源,消除一切浪费,为企业谋取经济效益。

以精益生产作为核心支撑理论,在构建智能化移动生产线中起着非常重要的作用。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。因此,按照精益生产的理念,构建智能化精益生产线的实质:一是按照站位有节拍的进行装配,使得装配工作同步生产节拍,如流水线式地进行;二是根据生产装配计划合理确定和及时优化生产流程,保证成品、零件、标准件、工装等所有资源的准时配送;三是按用户需求的拉动生产,保证飞机生产线的稳定运行。

2 智能制造

传统的机械化、自动化生产是通过制造装备扩充人工的体力与能力,而智能化的生产则是通过数据采集、计算与信息技术、人工智能技术等增强知识自动化能力,延展人的感知和智慧决策处理能力^[5]。在信息技术的驱动发展下,飞机制造系统智能化要求生产系统具有自组织、自觉察、自维护的能力,形成这种能力的典型特征就是“动态感知、实时分析、自主决策、精准执行”。

智能制造典型特征形成的基础是制造过程的大量数字化,而精益的生产方式本身就是面向多品种、小批量

的个性化需求而设计,为数字化生产提供了各种量化方法、工具,如KPI、OEE、TPM、5S、目视化管理、看板管理等,使得工厂可以运用智能化的手段将产品制造过程变成一个可以被量化、可视化、透明可控的系统,在消除价值链中的非增值活动基础上,重点提升价值链中增值活动的价值,共同实现多品种、小批量、短交期的按单生产目标。因此,智能制造不可能建立在抵消的生产模式之上,精益生产是智能制造的基础,智能制造是对生产线精益改善的发展新阶段和目标,是更快更改好地消除浪费,降低成本的助推手段和平台。

3 构建内容

飞机生产线智能化的构建核心主要包括:制造工艺数字化、工艺与装备自动化、信息与计算技术集成化,依托的是企业基于精益理念的卓越运营管理体系和标准化的生产线建设体系,其构建内容框架如图2所示。

其中数字化的制造规划包括产品设计、工艺顶层规划、生产布局、物流规划、装配检测等内容,各制造环节均应该是数字化的,各环节所需的软件系统均集成在同一数字化平台中,使整个制造流程完全基于单一模型驱动,避免在制造过程中因数据不统一而导致的数据转换等过程;自动化的制造需要考虑加工设备的自动化、物料仓储的自动化与物流的自

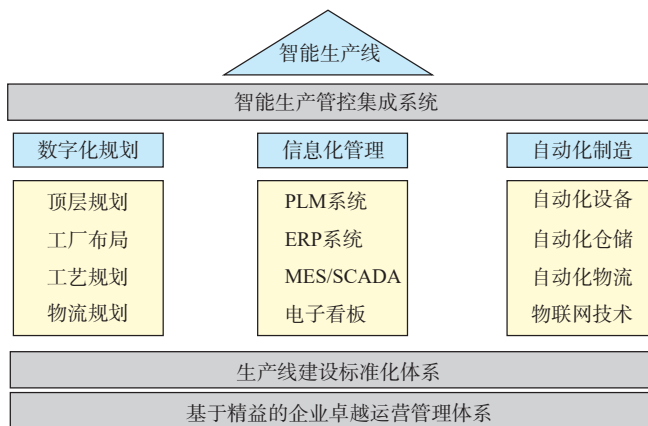


图2 智能化生产线构建框架

Fig.2 Intelligent production line construction framework

动化,以及设备之间、设备与产品之间运行数据的采集与分析,避免制造过程的无感知、无反馈;信息化的管理是基于企业全资源智能化生产线构建的重要组成部分:一方面要实现核心价值链的横向集成,使制造过程中的业务数字化;另一方面要打通数字与物理空间的数据传输屏障,实现数字化工艺与数字化装备,数字化采购与线下物流、配送,以及现场适时作业数据采集等的互联互通,从而辅助制造管理者基于制造过程数据开展分析与优化决策,完成智能化处理,切实提升企业生产的灵活性,进而满足不同用户的差异化需求。

新舟飞机生产线的精益化构建

1 总体需求

新一代新舟国产涡桨支线客机是我国“两干两支”航空制造战略的重要组成部分,目前已经进入了小批量试制阶段,按照项目年产48架份计算,每个月总装在线飞机应该有4架,具备了采用移动生产线的条件。以实现新舟民机总装由传统固定工段式装配生产向移动式智能装配生产模式转变为目标,确定新舟国产涡桨支线客机总装移动生产线建设需求包括3方面。

(1)精益化的生产:围绕主价值链,以消除浪费和无效劳动为目标,通过飞机生产线所在数字工厂的精益布局规划和流程设计,能源消耗目标将比传统新舟单架飞机降低30%,使飞机达到精益生产。

(2)工艺装备的提升:适度智能化,全面数字化,应用数字化装配、数字化检测、自动化物流、工装精准移动等技术,使劳动力成本降低50%、维护成本降低50%,实现规模生产品质提升。

(3)信息化集成系统发展:由传统信息化单点应用向信息物理融合的一体化集成体系发展,解决设备联网、软硬集成和相互嵌入,开展信息物理一体

化建模仿真、支撑大数据/云计算环境的建立等,从而实现生产现场产品、人、资源的状态感知、实时分析、自主决策、精准执行,提升飞机制造效能。

2 构建流程

生产线规划和设计是飞机制造工程中一项复杂的系统工程,涉及从立项时的市场需求和生产能力定义,到总体规划直至详细规划设计与仿真全过程^[6]。按照ODMO精益装配实施路径7步法,将生产线建设总体规划分为目标定义、单元设计、单元管控和自主运行4个阶段7个步骤进行(图3)。具体内容包括:

(1)目标定义:本阶段工作主要包括产品制造模式的定义,厂房结构的初步选择、生产线的初步数据和信息收集,运行绩效指标的设定及建设团队的组建,据此形成初步规划方案。

(2)单元设计:单元设计的基础是产品部装、总装配工艺流程的标准化和精益化,核心是产品工艺装配方案设计。因此,需要按照智能化的思想充分开展数字化工装、测量、装备、数据管控等资源需求并通过绘制紧前关系图,描述清楚装配流程串、并行关系,找到装配流程主线,绘制主线价值流图,开展生产节拍计算、生产负载论证等工作,然后按照约定的工艺流程,设计生产线装配站位,完成生产线总体布局设计和装配物料物流设计,并形成标准化的作业流程。在此过程中,工艺流程的详细程度将直接影响产线布局的精益性和生产计划的可行性。

(3)单元管控:单元管控就是针对生产线设定目标,通过梳理产线运营方式,包括生产计划管理、采购供

应管理、成品管理、库房管理、配送管理(材料、毛坯、零件、成品)、工装计划、送检交接管理等功能开展集成的先进数字化智能管控手段建设,对生产过程的关键环节、质量、计划等要素进行动态跟踪,及时发现偏差并改进,以保证生产计划和目标的实现。

(4)自主运行:通过新型生产组织模式,完成生产线技术人员和生产管理人员单独配置,建立涵盖生产系统的管理方式,实现整个生产过程的控制及闭环管理,循环开展生产线运营评估、优化改进,从而不断缩短产品研制周期,提高产品制造质量。

3 关键构建技术

3.1 制造流程的精益化设计

精益制造流程是生产线规划需要考虑的重要基础内容。围绕精益生产这一核心目标,制造工艺人员根据传统制造经验,利用生产价值流程描述表和工作量描述表对产品装配工序进行多轮迭代优化分析,借鉴先进生产线站式设计原理,以并行工程和精细化管理为建设原则,确定了以客户需求为拉动,依据制造分离面形成“部件对接-装配-系统装配-集成-测试-交付”为总体制造流程的站位设置思路,将飞机总装集成阶段划分为5个精益管理站位,固化重组生产组织流程,确保实现连续生产,缩短生产周期,如图4所示。

总装1站位为翼身对接区,主要完成飞机机身接收检查、机翼接收检查,开展机翼部件(如襟翼、副翼等)与机身的安装、起落架安装及其运动测试等工作,形成十字整体部件。

总装2站位为管线装配区,主要



图3 基于ODMO的精益生产线实施路径

Fig.3 Implementation approach of lean production line based on ODMO

完成全机管路敷设固定及管路附件安装,全机电缆敷设固定,全机系统管路附件安装,全机各系统管路密封性试验,防火系统管路吹风试验等工作。

总装3站位为系统装配区,主要完成尾翼对接、APU安装、线缆自动化检测、顶控板、仪表板、操纵台、整体厨房/盥洗室及全机机载设备安装,还包括网络供电、液压管路耐压试验、水系统试验等。

总装4站位主要为全机测试类工作,包括通电检查与功能试验。被测试系统主要包括空调系统、自动飞行控制系统、通信系统、防火系统、飞行控制系统、辅助动力系统、动力装置系统、发动机控制系统和综合机电控制系统等。

总装5站位为交付完工区,主要完成螺旋桨、发动机安装及各系统件对接,发动机进气道、发动机滑油系统及短舱、起落架整流罩、装饰、座椅、地板安装以及飞机淋雨、客舱系统通电试验等工作。

3.2 基于节拍的生产线负载平衡

节拍管理对生产组织目标的实现起着至关重要的作用。以节拍为基

准对流程进行产能平衡,是生产线精益规划的核心,决定生产线整个布局的设置。生产线均衡设计必须以节拍控制生产运作各个环节,考虑每个任务的装配时间、工位数量和工序的优先顺序,合理地设置生产班次安排,有效杜绝或减少不必要的资金浪费和人力、物力的消耗,提高生产效率^[7]。

(1) 客户需求节拍时间定义与计算。

按照项目实际需求,确定生产流程应达到的节拍时间:

$$t = \frac{t_p}{N}$$

式中, t_p 为每年总有效工作时间: $365d - 104d$ (双休日) $- 11d$ (节假日) $= 250d$ (1875h, 每天单班 7.5h); N 为每年客户需求数量: 12架/年、24架/年或 48架/年。

那么,可以计算得出: 年产 12架时, 生产线节拍 $t = 156h/架$; 年产 24架时, 生产线节拍 $t = 78h/架$; 年产 48架时, 生产线节拍 $t = 39h/架$ 。

(2) 基于节拍的制造工位平衡。

工位节拍指每个工位生产出单

件成品或半成品所必需的时间,需要根据产线节拍、工位重复数和产品组成的情况来进行计算,为了平衡总装产线产能,以制造部段工艺流程为基础,开展了生产线工位标准测算。

以某翼尖前缘站位为例,首先根据该部位制造流程划分制造工序,包括每道工序所需设备、工作方式,共 17 项,如图 5 所示;其次,根据类似部位制造经验测算该站位所需制造周期为 386min,综合工厂综合效率 OEE=0.85,测算该站位总装配周期应为(理论周期/标准 OEE 参数)为 454min=7.57h,约 8h;设每个工位的作业时间是固定且相等的,即站位班次模型周期为 39h/AC (年产 48架),求解完成任务所需最少的工位数为 0.19 (站位总装配周期/站位班次模型周期),可以确定该站位完成装配所需标准工位数量为 1 个,依次类推完成全机各装配站位数量的合理确定。

3.3 模块化的生产单元布局

不同于传统串行工段式生产管理,新舟飞机移动生产线布局设置需要突破装配生产线设备相对固定,人、

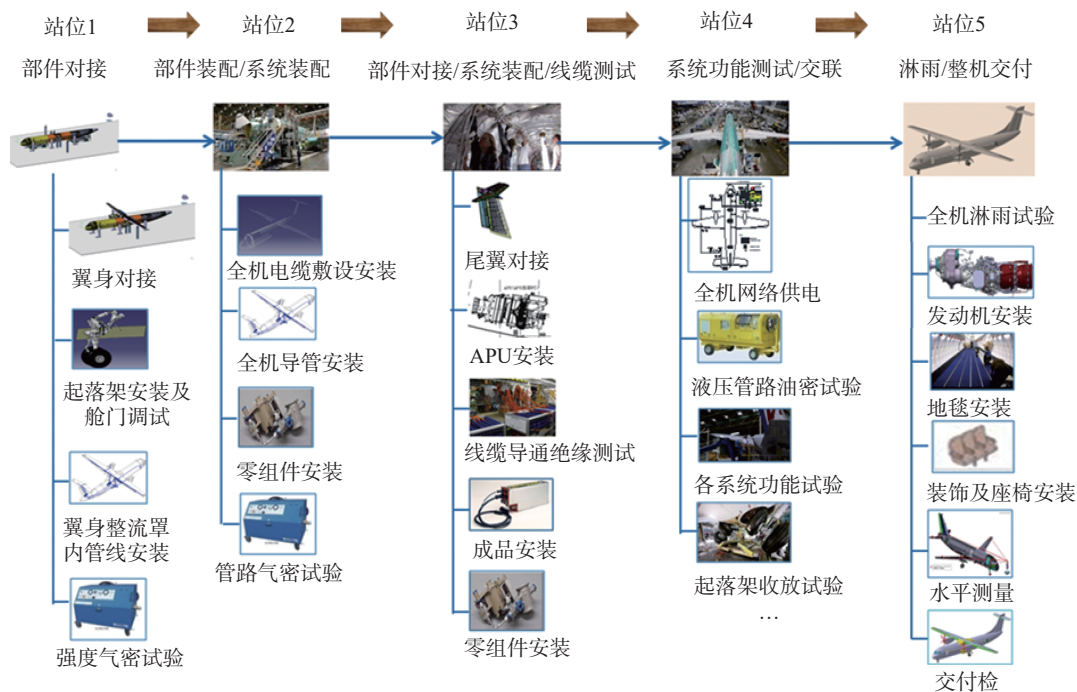


图4 新舟飞机生产线制造工艺流程

Fig.4 MA aircraft production line manufacturing process

翼尖前缘站位工艺流程及产能分析计算											
工艺流程	工艺装备			工作类型	站位周期分析				站位产能容量		
工作内容	工装	工具	运输工具	手工或站位	紧固件数量	工序所需时间/min	平行操作组数	操作周期/min	人员数量	工序人员·时间容量	备注
定位条带	翼尖前缘组合型架			站位		41	1	41	2	82	
定位翼尖蒙皮				站位		22	1	22	2	44	
制条带与翼尖蒙皮的连接孔		直角风钻		手工		94	2	47	2	94	
分解、清洗、去毛刺				站位	80	27	2	13	2	27	
二次定位				站位		15	1	15	2	30	
连接条带与翼尖蒙皮		风扳机		手工		20	1	20	2	40	
定位航行灯灯罩				站位		22	1	22	2	44	
制航行灯灯罩连接孔		直角风钻		手工	180	109	2	54	2	109	
分解、清洗、去毛刺				站位		25	2	13	2	25	
二次定位				站位		10	1	10	2	58	
连接航行灯罩		定力扳手		手工		29	1	29	2	20	
清除多余物		吸尘器		站位		30	2	15	2	30	
做永久性墨水标识				站位		20	1	20	2	40	
沉重				站位		20	1	20	2	40	
产品下架				站位		20	1	20	2	40	
产品移交				站位		20	1	10	2	20	
工装恢复				站位		30	2	15	2	30	
合计					260	553		386		772	
站位有效工作负荷/min								386	-		
站位装配周期/min								454	工厂综合效率OEE=0.85		
站位装配周期/h								8h			
站位班次模型周期				39h/AC				→	0.19	所需工位数	
年产48架, 定义的工位数								→	1	工位	

图5 某典型部位工位制造产能分析图

Fig.5 Manufacturing capacity analysis of a typical position

产品以设备为中心,反复周转,相对移动距离长的限制。按照“组件-部件-总装集成-试飞”这一流程,根据总装集成后就近进入试飞跑道的原则^[8],新舟国产涡桨飞机将生产线中装配工装、加工设备、工作平台、AGV车等结构进行模块设计并集成于一体,主要包括移动接口模块化、能源信息接口模块化、地面定位接口模块化、工作平台模块化,同时将装配流程划分为300多个装配模块,采用结构化、模块化的站式生产管理,集中在一个厂房内,进行制造部位规划和管控;生产单元设置充分利用厂房面积采用“U型”或“一型”布局,固化设备实施安置位置,并采用大Z型布局将各个生产单元进行串联,有效提升厂房面

积利用率1倍以上,使制造过程信息流有序、高效运作,见图6。

3.4 柔性化的集成装配平台设计

新舟国产涡桨飞机客舱标准设置为78座,具有向上和向下扩展的能力,因此飞机机身将有多种构型,必须考虑传统对接工艺装备刚性,无法适应加长型、缩短型等构型状态机身部段的对接工作问题。为实现新构型机身的部装对接需求,最大化降低能耗和扩展制造平台柔性化能力,生产线改变传统四周围绕布置工装模式,采用了先进的融合自动化、信息化、数字化柔性调姿、对接一体的固定式集成产品装配坞平台,见图7。

该平台分上下两层,上层为可视调姿、装配操作作业区,下层布置物



图6 飞机移动生产线平面布局图

Fig.6 Plane layout of aircraft moving production line



图7 飞机机身对接装配坞

Fig.7 Aircraft fuselage docking assembly platform

料、工具、可视化系统及对接调资设备等,大平台多通道,解决了传统装配平台数量多、占地面积大、笨重且安全性不高、可达性不足的问题,使产线能够快速转换,实现在同一平台上完成外形相近构型不同的数字化柔性对接,满足不同状态机身的对接工作,并能够保留原有的工艺布局,不增加工装制造成本,保证了飞机大部件制造的高效率、高质量。

3.5 智能精准集成管控系统研发

精准的制造过程智能化数据采集、监控与警告系统也是精益生产的一部分,是智能生产的灵魂。传统机型总装生产过程中的人、物料、质量、工艺、设备、工装、能源等要素活动数据和信息分散,制造协同依靠大量的不同语义低效率地传递,造成制造状态难以管控,制造质量不能及时保障。

新舟国产涡桨飞机生产制造智能化管控总体功能需求,主要包括两个方面:一是生产过程可控,以详细的工艺过程和生产技术仿真为基准,对生产过程、工艺状态和资源状态进行科学管理与实时监控,主要内容包

括计划及作业管理、动态排产管理、精准物流管理;二是生产状态可视,通过建设生产线管控中心、现场移动端应用 APP 等手段,将生产过程中离散管控元素与各生产单元管控内容互联互通,并在各终端展示,实现现场数据信息的适时跟踪、统计、预警和决策,从而提高生产现场的控制能力。生产现场智能管控集成系统架构如图 8 所示。

系统架构从对象层、接入层、控制层、管理层、决策层、展示层进行设计,以整机集成与交付为牵引,总装生产全过程、多维度要素活动的精细化的分解和管控为核心,利用工业互联网、WMS(仓库管理系统)、SCADA(数据采集与监视控制系统)等系统,对“车间-站位”两级对象数据进行采集、跟踪与查询、交换、分析,实现计划与实际状态的适时反馈,形成生产过程、工艺状态和资源状态等数据的健康管理及科学预测控制机制,提升飞机集成制造现场的控制能力。

3.6 物料精准配送管控系统

与传统的信息管理系统不同,物

料精准配送管控系统以 SCADA 系统为基础,围绕自动配料等自动化程度高的设备,建立服务于自动化过程控制的软件系统,通过梳理总装物料 BOM 需求,建立线边库,形成结构化物料数据结构,利用计算机识别技术、自动控制技术、工单执行技术等形成精准配送管控系统。

系统以生产物料计划指令为输入,管理和调度所有物流设备,并能够基于物流量、运输方向、运输站位的模拟,设计合理的物流路线,通过 AGV 自动导引车进行物资的配送,通过 RFID 条码技术实现工序交接过程中物流流转时的信息流转,并自动对物流进行评估,使流水线各个工作单元的工作负载与工作时间基本一致,力求设备最大利用率和合理的物流高效性,为各管理部门提供有价值的决策信息,达到移动生产线对物流系统准时化、精准化要求。

工程实践应用

新一代新舟国产涡桨支线飞机在总装集成制造车间进行智能化移动生

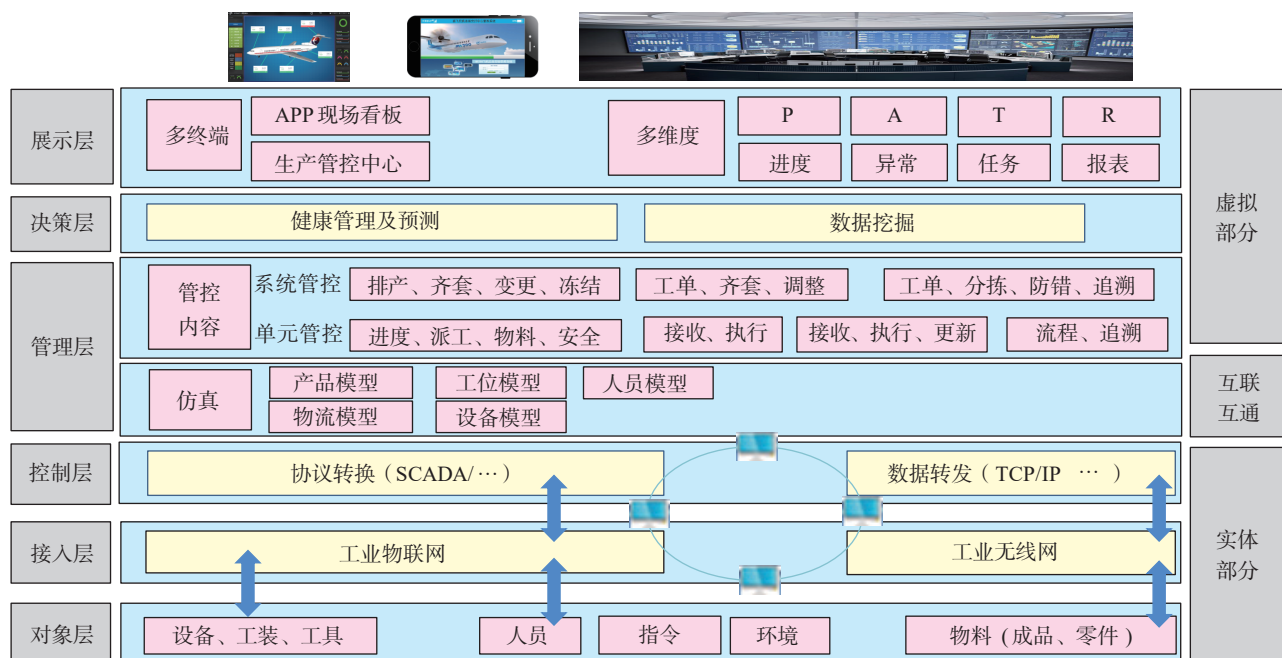


图8 智能精准管控系统架构

Fig.8 Intelligent precise control system architecture

产线应用示范,通过精益化构建技术的研究和应用,将物联网、大数据、RFID、计算机仿真以及网络安全等先进技术与总装集成及检测业务相结合,开发了智能管控系统、智能物流配送系统等,研制了基于业务驱动的飞机机身数字化装配坞平台,构建了1条先进的国产智能化飞机总装移动生产线,已经保证了研制批前2架飞机的生产,完成了首架静力试验机的总装下架,实现了设备和人员的智能化管控。

结论

以精益生产为核心的智能化生产线建设是数字工厂生态系统的基础组成部分,伴随控制技术、网络技术、人工智能等信息技术发展,飞机总装生产线在继承了现代制造系统的模块化、柔性化、集成化、协同化特征基础上扩展完善了以自优化、自学习、自适应、自监测、自诊断为目标的智能化处理能力,需要管理者始终把产品制造的精益性、经济性作为根本出发点,结合自身的生产研制特点,进一步整合企业已有研发、制造、应用、保障等资源,贯通离散式生产模式的各个关键节点,持续完善和优化产品三维工艺模型驱动的工艺流程

和制造布局,积极实践和推动企业智能化制造技术转型的步伐。

参考文献

[1] 李西宁,支劭伟,蒋博,等.飞机总装数字化脉动生产线技术[J].航空制造技术,2016,59(10):48-51.

LI Xining, ZHI Shaowei, JIANG Bo, et al. Digital pulsation production line for aircraft final assembly[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2016, 59(10): 48-51.

[2] 王建华,陈文亮.飞机移动生产线的条件和应用环境约束[J].航空制造技术,2014,57(1/2):71-74.

WANG Jianghua, CHEN Wenliang. Application conditions and environmental constraints of aircraft mobile production line[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2014, 57(1/2): 71-74.

[3] 裴书梅,杨根军,陈军.飞机总装脉动生产线智能制造技术研究与应用[J].航空制造技术,2016,59(16):41-47.

CHANG Shumei, YANG Genjun, CHEN Jun. Research and application of intelligent manufacturing technology for aircraft final assembly pulsation production line[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2016, 59(16): 41-47.

[4] 许国康.飞机总装移动生产线技术[J].航空制造技术,2008,51(20):40-43.

XU Guokang. Movable production line technology for aircraft assembly[J]. Aeronautical

Manufacturing Technology, 2008, 51(20): 40-43.

[5] 王焱.未来工厂:数字量贯通的集成运行[J].航空制造技术,2015,58(8):40-45.

WANG Yan. Future factory: integrated working with digital stream[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2015, 58(8): 40-45.

[6] 杨国荣.新舟700生产线建设规划的探索和实践[EB/OL].(2015-08-14)[2019-11-15].http://www.cannews.com.cn/2015/0814/131566.shtml.

YANG Guorong. Applying of production line planning technology to MA700[EB/OL].(2015-08-14)[2019-11-15].http://www.cannews.com.cn/2015/0814/131566.shtml.

[7] 晁永生,孙文磊.变生产节拍下装配线的平衡性[J].机械设计与研究,2016,32(4):109-112.

CHAO Yongsheng, SUN Wenlei. Balancing assembly line by changing cycle time[J]. Machine Design & Research, 2016, 32(4): 109-112.

[8] 巴晓甫,赵安安,郝巨,等.模块化柔性化飞机装配生产线设计[J].航空制造技术,2018,61(9):72-77.

BA Xiaofu, ZHAO An'an, HAO Ju, et al. Design of modular flexible aircraft assemble line[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2018, 61(9): 72-77.

通讯作者:来云峰,高级工程师,研究方向为数字化制造、标准化与产品构型管理,E-mail:lai8212@163.com。

Research on Construction Technology of Intelligent Lean Production Line of MA Aircraft

YANG Guorong, LAI Yunfeng, XIE Ansheng, ZHANG Qi
(AVIC XAC Commercial Aircraft Co., Ltd., Xi'an 710089, China)

[ABSTRACT] According to the characteristics and development trend of aircraft assembly line, this paper expounds the connotation and intelligent characteristics of aircraft intelligent lean production line, puts forward the construction structure of aircraft assembly line and the basic components of each system. This paper introduces the overall demand and general process of lean construction of domestic vortex propeller regional aircraft in Modern Ark, and describes the key application technologies and relevant practical applications in the process of building intelligent lean production line. The importance of lean production in production line construction is proven by practice and application.

Keywords: MA aircraft; Final assembly; Intelligent; Lean production line

(责编 李丹)