

基于物联网的飞机移动总装 生产线管理关键技术*

孙元亮,张 超

(中国航空规划设计研究总院有限公司,北京 100120)

[摘要] 传统的装配管理过程中往往不能及时掌握现场的各类信息,导致生产计划与实际的装配进程脱节、效率降低、质量下降。主要研究了一种基于物联网的飞机移动总装生产线管理技术,即通过采用物联网技术对移动装配生产线现场各项信息数据进行采集、分析、整理,并结合节拍设计与管理、生产计划与执行等信息化管理系统实现飞机装配过程监测及控制、生产过程追踪、质量控制、物流配送及装配资源管理的方法与技术。物联网作为一种泛在的、智能的自动化和信息化技术,应用于飞机移动装配线中,可以为飞机移动装配线提供一种可靠的、高效率的先进管理手段。

关键词: 飞机总装;物联网;移动装配线;装配管理;管控系统

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2019.08.030



孙元亮

工程师,主要从事智能生产线/车间总体规划、诊断、咨询等技术研究工作。

飞机总装是飞机制造中的一个重要环节,一般情况下,大中型飞机总装部分工作量占到飞机整体制造工作量的5%~20%,而总装周期占生产周期的25%~40%^[1]。目前,国外各大航空企业如波音、空客、庞巴迪、巴西航空等都为新机总装建立了移动总装生产线^[2-5],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。

飞机总装主要包含大部件对接、发动机安装、管路电缆安装及检测、整机供电及气密试验、水平测量及交付等工作^[6],过程中会产生各式各样的信息。传统的装配管理过程中往往不能及时掌握这些信息,导致生产计划与实际的装配进程脱节、效率降低、质量下降。特别是,对于飞机移动总装生产线,如果不能保证各站位装配工作的顺利运行,会出现各站位节拍不平衡甚至停线,时间及效率损

失严重。因此,飞机移动总装生产线要想保持高效、稳定运行,如何有效采集现场信息,并基于现场信息实现移动装配过程的管控成为亟需突破的研究工作。

本文主要研究一种基于物联网技术的飞机移动总装生产线管理技术,即通过采用物联网技术对移动装配生产线现场各项信息数据进行采集、分析、整理,并结合节拍设计与管理、生产计划与执行等信息化管理系统实现飞机装配过程监测及控制、生产过程追踪、质量控制、物流配送及装配资源管理的方法与技术。物联网作为一种泛在的、智能的自动化和信息化技术,应用于飞机移动装配线中,可以为飞机移动装配线提供一种可靠的、高效率的先进管理手段,协助航空企业提高柔性生产和快速响应市场的能力,从而增强企业综合竞争力。

* 基金项目:航空科学基金项目(2014ZG17004)。

飞机总装管理的问题及需求

飞机总装管理的相关问题国内已有不少研究^[7-10],通过分析相关研究报道,并结合实际的调研考察,总结了国内飞机总装管理的现状及其主要问题:

(1) 缺乏装配现场的准确、实时信息,管理人员难以及时发现问题。传统的装配过程犹如“黑箱作业”,无法有效跟踪装配工序及各工位工作的具体进度,生产响应能力低,生产效率有待提高。

(2) 仓储物流管理不够精益,账物不符、物流供应不及时等状况时有发生,影响装配计划的执行。现阶段,各大主机厂在总装过程的物料一般按类别存放在几个各自孤立的库房,仓储管理手段较为落后,信息化建设跟进不及时,极易造成物料供给短缺;而物流配送多为“被动式”,即生产计划部门制定飞机装配计划后发布到各库房和工位,工人根据工艺规程到各物料仓库申请领料,而总装过程物料总数庞大、流量密集,被动供给容易导致物料管理混乱、生产浪费、装配延误,影响整个生产线物流的敏捷性和经济性。

(3) 装配质量管理多以纸质介质为主,效率低,查询及信息共享不便,且缺乏装配主动防错手段支持。飞机装配有严格的质量管控体系,质检过程繁琐,质量数据繁多。目前,大多数飞机制造企业在装配质量管理方面缺乏信息系统支持,现场仍然以纸质介质作为记录和传递的依据,造成了信息传递缓慢等问题^[11];另外,飞机装配过程中缺乏主动防错机制,工人用错物料、采用错误的装配顺序等误操作时有发生,影响飞机装配质量、效率。

针对飞机总装管理过程中存在的问题,物联网在总装管理中的应用需求分析如下:

(1) 装配过程中现场状态的实

时采集。通过使用条形码和 RFID 技术对装配资源进行统一标识,在车间装配工位以及其他相应地点安装扫描枪/读写器设备,对进入识别范围的标签信息进行实时采集。

(2) 装配进度的跟踪控制。在飞机移动总装生产过程中,会依次经过多个站位;每个站位各工序会按照要求的装配顺序依次执行。因此,可以利用物联网技术,对每架飞机的移动位置(对于连续移动装配线,其位置直接标识了总体进度)进行监控;并通过工人的工序执行状态采集,实现每个站位的具体进度监控。通过对飞机装配进度进行全程跟踪,可以使管理者实时了解车间在制品分布情况、装配生产进度等信息,并与装配计划比对,保证生产是按照正常节拍进行的,从而提高管理层对于装配车间生产的控制能力。

(3) 仓储物流的管理改进。通过对所有装配资源的统一标识,对各类物料的出库、入库、领取过程实行扫码识别,并对各装配工位进行装配物料的实时配送,从而可以实现仓储物流的精细化管理。

(4) 装配过程中的防错控制。通过对各工序以及物料的标识,工人操作过程中严格执行工序扫码、物料扫码操作,在系统支持下,可以防止工人出现错装、漏装等失误,避免造成重大质量事故。

基于物联网的装配过程管理系统框架

将物联网应用于飞机移动总装生产线中,必须构建合理的管理系统框架,如图 1 所示。

(1) 感知层。主要作用是采用物联网相关信息感知技术对装配管理过程中所涉及各类信息进行实时的感知,包括感知/输入设备、多手段标识、被感知的各类资源 3 个方面。

(2) 网络及数据层。网络层主

要是服务于多种类型感知信息的传输网络环境;数据层主要是接收从感知层获取的数据信息,进行过滤、存储,并通过网络层向功能层传输。

(3) 功能层。主要是面向不同的装配现场人员和用户,实现物联网环境下装配过程的信息透明、过程实时感知和动态优化管理。典型的,应包含系统管理、计划管理、装配线进度监控、装配质量管理、装配资源管理等功能。

(4) 接口层。主要面向企业的上层管理系统如企业资源管理系统(Enterprise Resource Planning, ERP)、供应链管理系统(Supply Chain Management, SCM)、客户关系管理系统(Customer Relationship Management, CRM)、数据管理系统以及销售及客户服务管理系统等,通过与上层应用系统进行交互,实现装配过程与上层系统的联通,利于企业对整个装配过程的透明化管理。

装配管理系统的关键技术

1 物联网各类硬件的部署

飞机移动总装线一般根据节拍、装配工艺等要求划分为若干个站位,每个站位旁边设置工装存放区、物流配套区,基于物联网的装配监测与控制系统硬件部署结构如图 2 所示。对各类装配信息感知设备的部署有 4 点要求。

(1) 对装配资源的要求。现场所有产品零部件、工装、设备、人员均应具有唯一的物联网标签,用于身份识别、信息自动读取。

(2) 对中央控制室的要求。装配现场的中央控制室配置服务器、计算机等设备,用于飞机移动装配线的整体管控。

(3) 对仓储、物流的要求。物料中心设置配套库房,其作用是按照物料需求计划进行物料配套;应配置至少 1 台计算机,并配置扫描枪、读卡器等物联网输入设备,用于物料

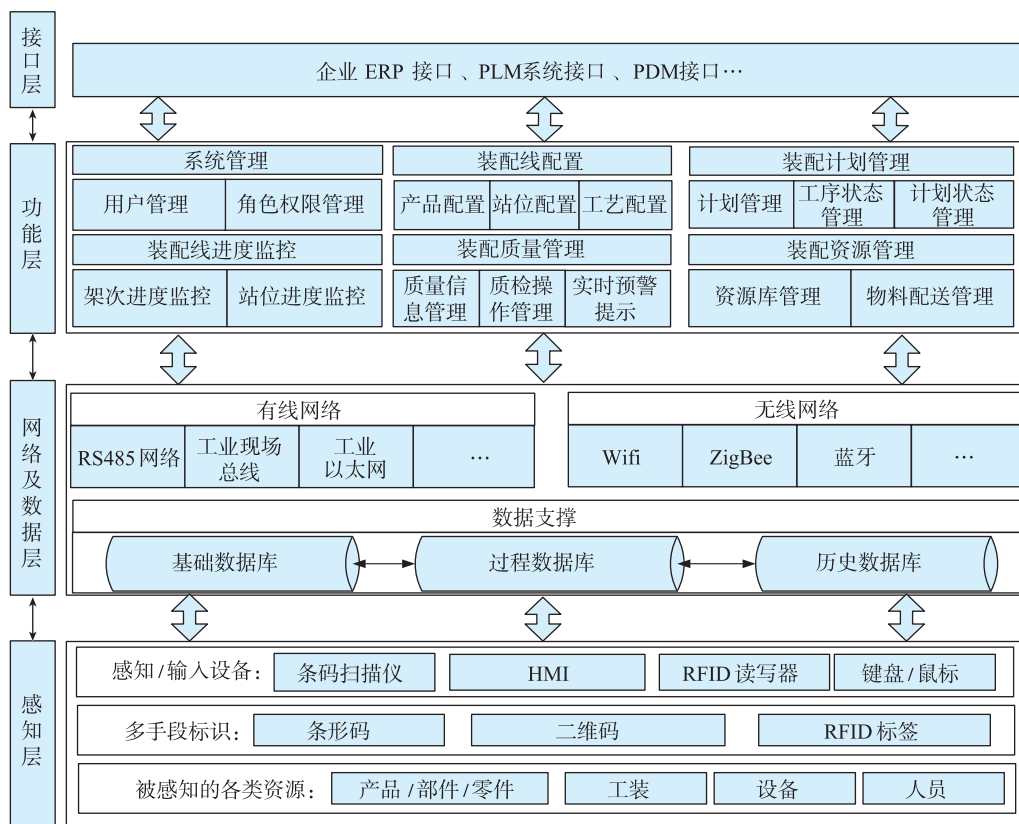


图1 基于物联网的装配过程管理系统框架

Fig.1 Assembly process management system framework based on IoT

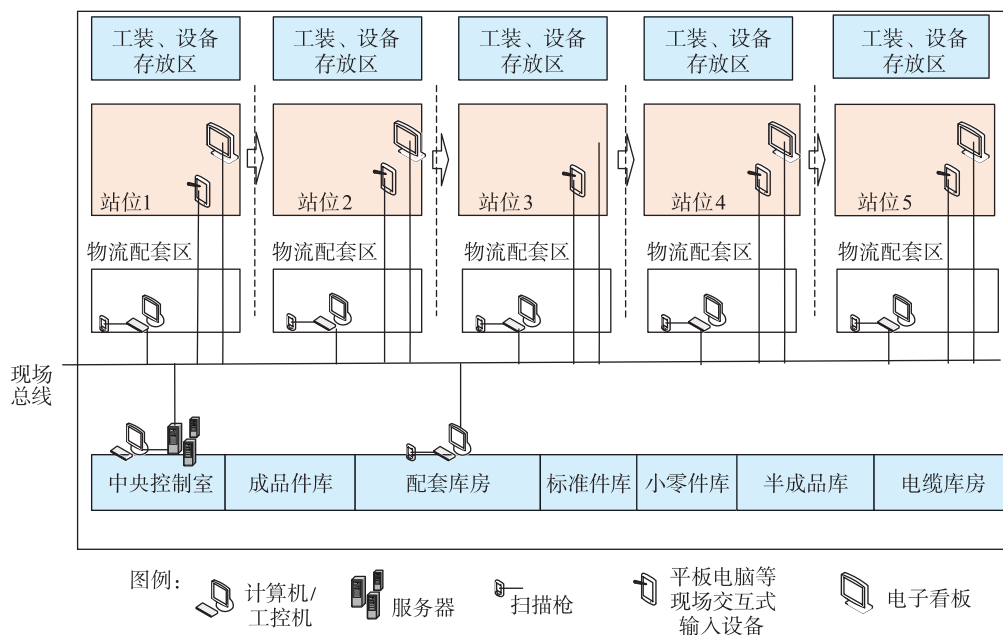


图2 基于物联网的装配监测与控制系统硬件部署

Fig.2 Hardware deployment for assembly process monitoring and control system

的出库、入库、盘点等操作；每个站
位旁设置物流配套区，并配置1台
计算机，并配置扫描枪、读卡器等

物联网输入设备，用于线边库存的
管理。
(4)对主站位区的要求。每个

站位至少配置1个交互式输入设备，
例如现场型工控机、平板电脑等，用
于工人交互输入操作参数信息或质

检工人交互输入质检信息。每个站点需配置1台电子看板,用于显示装配指导信息,以及拉动信息。

2 物联网感知层的设计

2.1 总装过程中的各种资源分析

总装过程中,物联网作为感知手段,其感知的对象主要是总装过程中的各类资源,各类资源也构成了物联网感知手段的载体。因此,要对感知层进行设计,必须首先对总装的各类资源进行分析。本文将总装中的各类资源分为4个类型:

(1) 产品零部件类。产品零部件是飞机总装过程中的主要物料,按照行业内工厂的一般习惯,大致可以分为以下几种:

大部件,主要是指机翼、机身(或机身段)、机头等大型部件。

成品件,一般是指从部装厂房直接运输过来的部件,或者是从供应链上采购的完整的装配件,具有完整的功能,只需要装配到最终产品上即可。

导管、电缆类零件,这些零件是飞机各类系统的重要组成。

标准件,一般存放于标准件仓库,包括螺钉螺母、铆钉、垫片、卡箍等,体积和重量都很小,但是数量巨大,是生产过程中最常使用到的零件。

(2) 工装类。飞机总装过程中要使用大量的工装。总装过程中的工装按照用途可以大致分为固定类工装(用于夹紧、固定)和定位类工装(用于定位)。

(3) 设备类。各总装车间需要大量的装配工艺设备,随着数字化、自动化技术的发展,装配工艺设备逐渐向数字化方向发展,在国内主机厂,数字化设备应用越来越广泛。按照用途来分,数字化装配设备大致可以分为自动制孔铆接设备、数字化测量设备、智能化运输设备等。

(4) 人员类。在总装现场的各类操作工人以及管理人员,例如装配

工人、工段长、仓库管理人员、配送人员等。

2.2 总装现场物联网感知设备选择及绑定方式

物联网技术发展很快,现阶段可以利用丰富的感知手段和技术,例如条形码/二维码标签、RFID 标签和读写器、摄像头、GPS、各类传感器、M2M 终端等。本文仅对目前使用最广泛的条形码(或二维码)和 RFID 技术进行对比,通过结合其各自的优势,综合分析最优的感知设备选择方案。与条形码/二维码标签相比,RFID 的优势为可重复写入、可一次读取多个、可实现自动读写、抗污性好、信息容量大等,但是其劣势则包括使用及维护成本较高,且因读取距

离较远,存在信息泄露隐患,在国内航空企业限制明显。

根据总装过程中各类资源的特点,以及不同类型物联网感知设备的技术特点,本文提出按照表1进行物联网感知设备的具体配置。在此基础上,可以实现各类对象的基本信息采集(例如对于产品零部件类,基于其标签可实现供应商、批次、名称、规格等信息采集),以及位置信息采集(由阅读器位置进行定位)。

3 总装生产过程监控场景和流程

为了更好地描述总装过程中物联网手段如何应用,根据系统的硬件部署,设计了若干总装工作场景,如图3所示。每个场景都涉及不同的角色并具有一定的逻辑流程。其中,

表1 总装中各类对象的标签形式配置

Table 1 Assembly of various types of objects in label form configuration

序号	采集对象类别	感知标签类型	绑定方式
1	大部件	RFID	粘贴或者内置(直接在大型部件内部结构中附加 RFID)
2	成品件	RFID	粘贴或者内置
3	导管、电缆类零件	条码/二维码	在零件或者包装上直接粘贴
4	标准件	条码/二维码	条码/二维码粘贴在标准件的包装盒或者包装袋上
5	工装类	条码/二维码	直接粘贴在工装上
6	设备类	条码/二维码	直接粘贴在设备上
7	人员类	RFID	内置于佩戴工作证
8	单据类	条码/二维码	直接打印

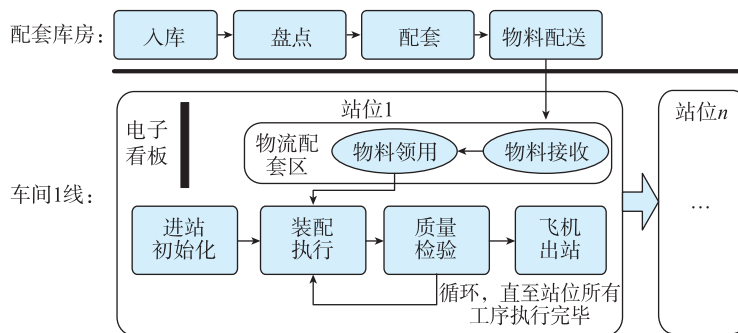


图3 总装现场物联网应用场景

Fig.3 IoT application scenario at assembly site

各主站位区共 5 个典型场景(分别为飞机进站初始化、装配工作的进行、质量检验、出站、电子显示);现场物流配套区共 2 个场景(分别为物料接收、物料领用);库房共 4 个典型场景(分别为入库、盘点、物料配套、出库配送,限于篇幅,仅介绍物料配套、出库配送两个场景)。

场景 1:飞机进站初始化。

该场景的具体流程如图 4 所示。

飞机进站后,首先由进站阅读器读取贴在机身上的标签,根据标签信息识别其机型、架次,并且从企业 PDM 等系统中读取生产计划信息、装配工艺信息,系统计算各工序开工完工时间,并将相应信息写入数据库中。

场景 2:装配工作的进行。

该场景的具体流程如图 5 所示。

工人扫描工序二维码,系统判断工人权限与工序是否匹配,并判断该工序所有紧前工序是否已经完成;如果是,系统显示该工序所需物料、工具情况以及配套状态,如果物料配套完成,则工人至物料配套区领取物料;否则工人发送物料请求,等待工人配送物料;工人完成装配工作的主要内容后,扫描工序二维码进行报工,系统发送检验请求给质检工人。

场景 3:质量检验。

质量检验场景的具体流程如图 6 所示。

质检员扫描工序二维码,系统判断其权限是否与该工序匹配,如果是,则进行质量检查;检验完成后,扫描工序二维码,系统记录质检时间;质检结果分为合格、不合格两类,如果合格,则填写质量信息,若不合格,填写质量问题后,启动质量问题处理流程。一般而言,对于发现的质量问题,直到问题解决,才会转到下一道工序。

场景 4:飞机出站场景。

该场景的具体流程如图 7 所示,扫描出站工序的二维码,系统判断该站是否所有工序均已完成,若是,则生成装配历史档案、质量检验档案。

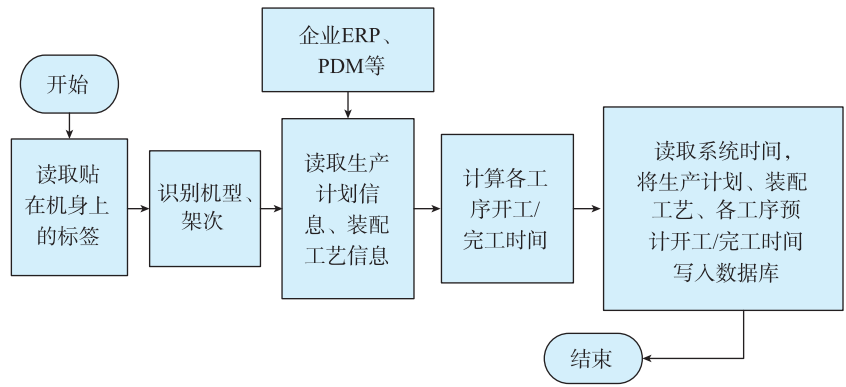


图4 飞机进站初始化流程

Fig.4 Initialization process for aircraft entry station

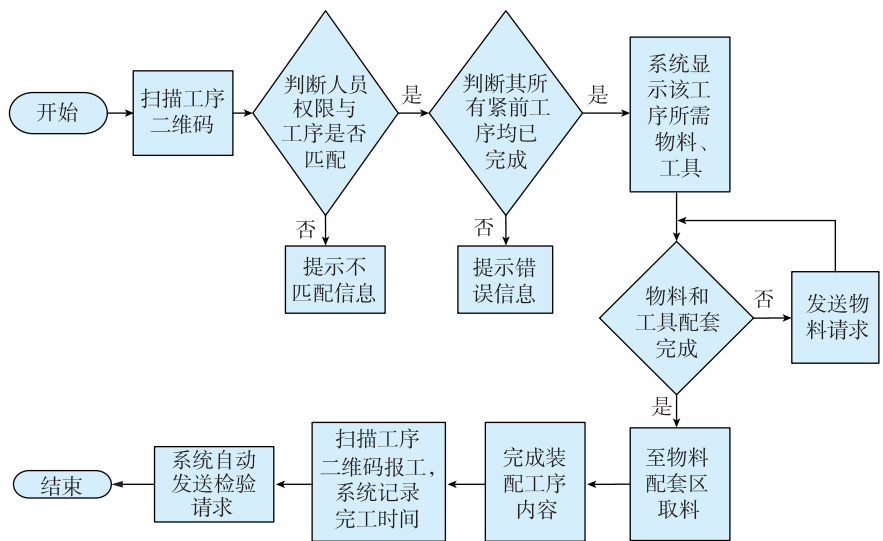


图5 装配工作执行的流程

Fig.5 Assembly work execution process

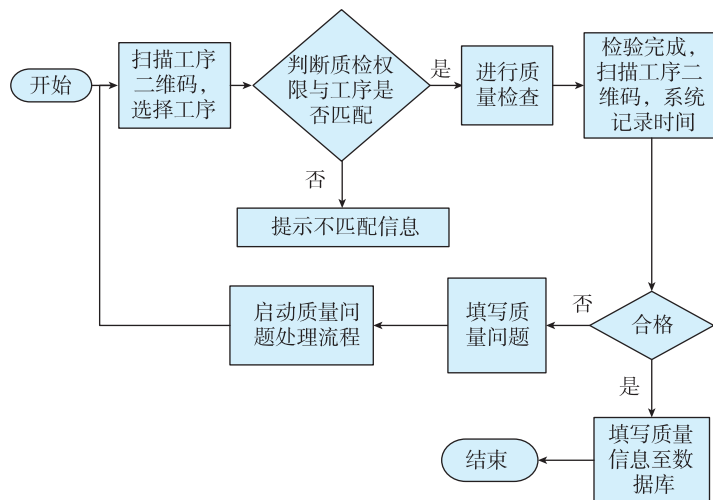


图6 质量检验流程

Fig.6 Quality inspection process

场景 5 :电子看板显示。

该场景的主要流程为 :系统周期性刷新 ,如果有紧急信息 ,则显示紧急信息 ;若没有 ,则显示当前工序、进度等内容。

场景 6 :物料接收。

物料接收针对的是站点管理者角色 ,接收来自物料配送者的物料(该物料是已经配套好的) ,主要的应用流程为 :站点管理者扫描配送单上的二维码 ,系统会显示配送单上的物料清单并再次确认配送单与站点需求信息是否匹配。如果是 ,则确认接收 ,更新物料配套区库存 ;如果不是 ,则提示不匹配信息 ,将之发送至配套库房。

场景 7 :物料领用。

物料领用针对的角色是装配工人 ,其应用流程为 :装配工人扫描工序二维码 ,并且刷卡识别员工身份 ,系统会自动判断人员权限与工序是否匹配 ,并列该工序所有物料 ;如果物料配套齐备 ,则工人领用 ,更新配套区库存 ;如果物料没有配套齐备 ,则发送物料配送请求至库房(电子看板显示相应缺料信息) ,系统记录领用失败信息。

场景 8 :物料配套。

物料配套针对的是物流配送管理者 ,根据实际需求 ,将各类零件、工具进行配套 ,配套完成后等待配送 ,其流程如图 8 所示。系统周期性扫描站点库存信息 ,结合装配进度及工序计划 ,判断物料配套需求 ;如果满足配套条件(配套条件的满足一般是通过综合判断各站点物料配送提前量以及配套总体工作量来完成) ,则生成配送单。根据配送单检查库房存量 ,如果满足需求 ,则按照配送单进行物料分拣、配套 ,配套完成后登记确认 ,生成配套记录 ;如果库存不满足需求 ,则生成物料采购计划 ,记录缺料信息。

场景 9 :物料配送。

物料的准时化配送是实现飞机总装脉动生产线的重要条件^[12]。该

场景主要针对物料配送者 ,其主要流程为 :配送者扫描物料配送单上的二维码 ,查询配送信息 ,确认出库配送后 ,系统更新库存信息。

4 装配生产过程监控、装配质量控制技术

4.1 基于装配工艺流程图的生产过程可视化监控

飞机产品的装配工艺流程图由一个串联和并联混合而成的装配节点链组成 ,反映了各装配工序之间的

装配顺序、并行工作内容等。在移动装配线中 ,每个站点的所有装配作业形成了一个装配工艺流程图 ,开始节点、结束节点分别代表进站接收以及出站前的检查。在物联网应用到总装管理中后 ,要求装配工人在每个装配作业的开始、完成后必须进行扫码报工 ,因此 ,可以以每个站位的装配工艺流程图为基础 ,通过对装配节点的颜色标志 ,来实现对装配进度的实时可视化展示和监控。图 9 展示了

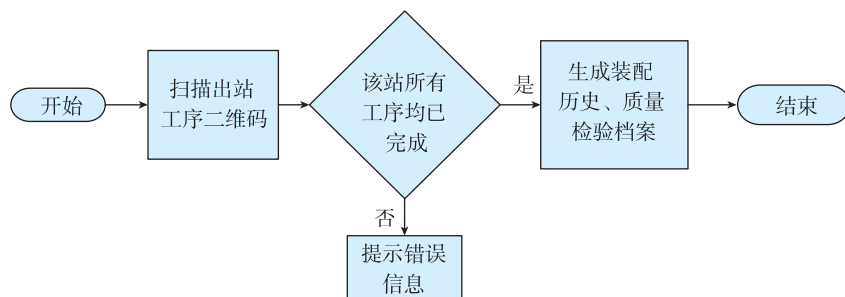


图7 飞机出站流程

Fig.7 Process of departure of aircraft from station

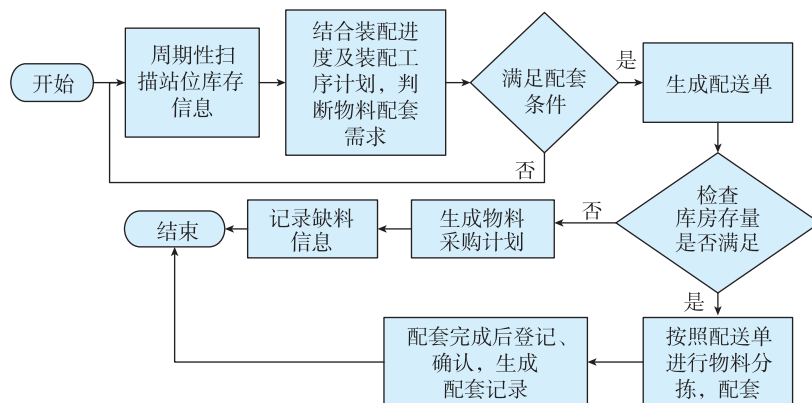


图8 物料配套流程

Fig.8 Material matching process

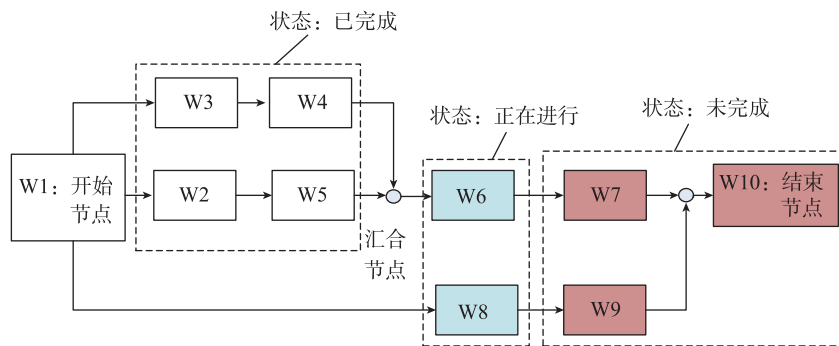


图9 某站点可视化进度监控示例

Fig.9 Visual progress monitoring of assembly process

某站位可视化进度监控的示例。

在站位工作可视化监控的基础上,实际装配过程中,各级管理人员(包括车间主任、厂级调度人员、车间调度人员)能够实时获得整个装配车间的装配进度。同时,可以提取各种进度信息供管理者使用,例如实时获得各种装配进度报表(包括产品装配进展日报表、总装车间总体进展一览表等)。

4.2 基于物联网的质量控制过程

由于飞机产品的特殊性,飞机制造企业对其质量管理的要求很高。装配质量管理是一个复杂的体系,涉及的业务包括质量审核与计划制定、过程检验与质量问题处理、归档检验等。本文重点介绍利用物联网手段实现质量逻辑控制的方法。在装配过程中,各工序必须满足其紧前、紧后的约束关系,而各工序也必须严格按照该工序下的产品零部件、人员进行组织装配,这些限制条件都构成了装配过程中的逻辑,这些逻辑都事先预定义在管理系统中,形成了“装配逻辑关系库”。在实际的装配过程中,工人难免会出现一些错误,而在基于物联网的装配管理过程中,由于每道工序必须开工扫码、工序内的装配也必须扫描其所用物料,一旦有违背装配逻辑的事情,则系统可自动给出报警提示,能够有效避免发生的错误,从而提高装配质量。基于装配逻辑的防错机理如图10所示。

原型系统设计与开发

根据前文所述的各项关键技术,设计并开发了“基于物联网的飞机总装移动生产线管理原型系统”(简称“原型系统”)。原型系统采用具有卓越通用性、平台移植性、高效性和安全性的Java开发语言,在Dorado展现中间件平台上进行开发和Oracle数据库对数据进行存储。本系统的功能模块如图11所示,系统功能实现流程如图12所示。

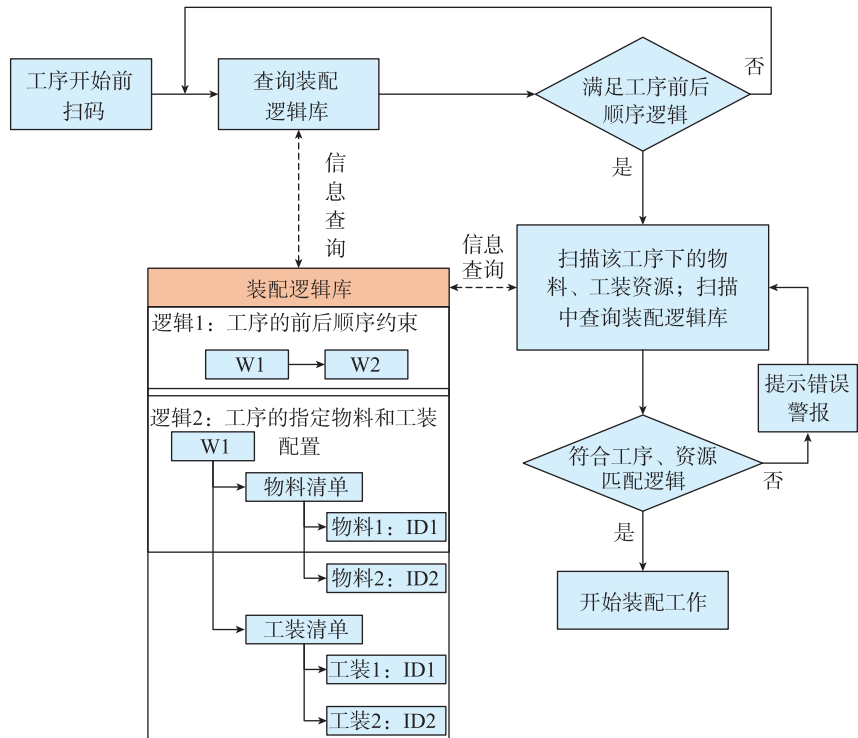


图10 基于装配逻辑的防错报警机理

Fig.10 Fault-proof alarm mechanism based on assembly logic

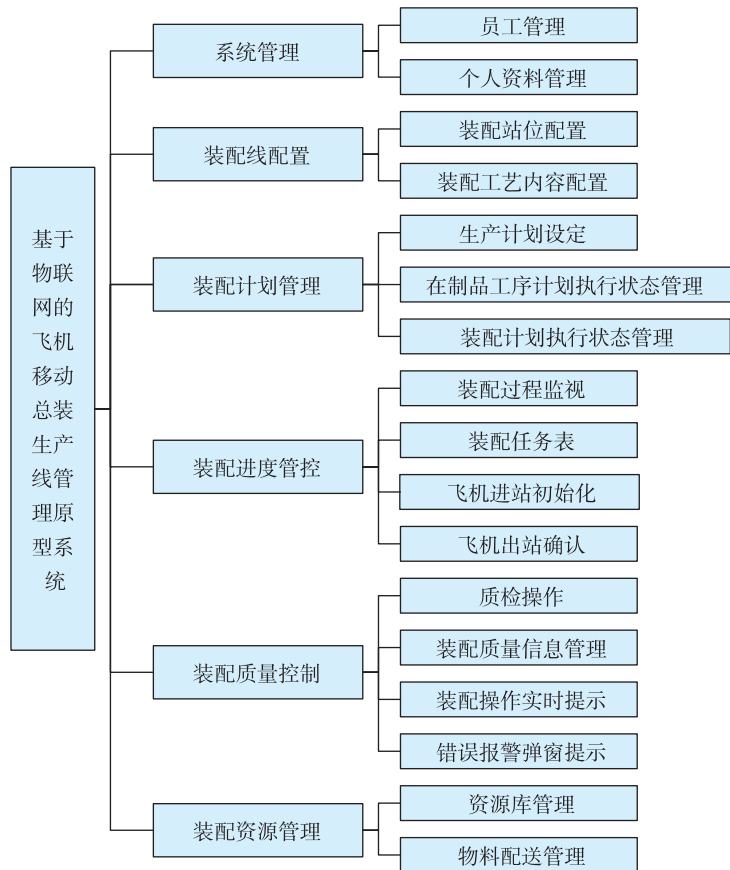


图11 系统功能树

Fig.11 System function tree

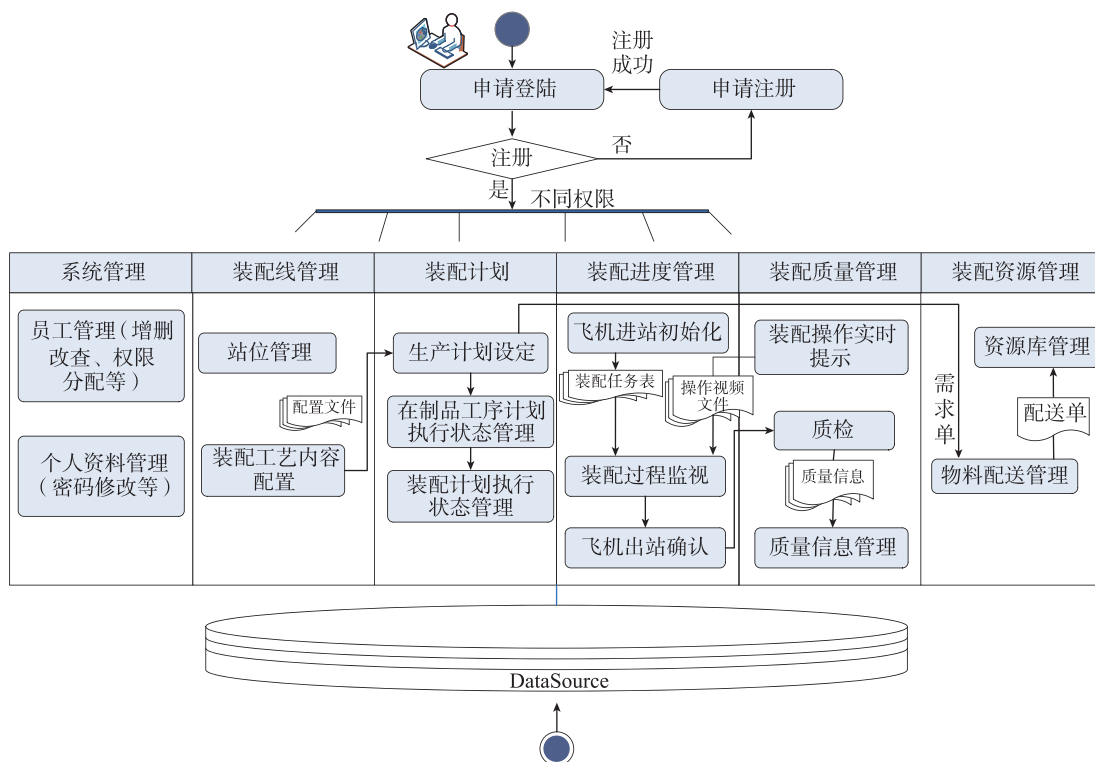


图12 系统功能实现流程

Fig.12 System function implementation process

结论

本文提出一种基于物联网的飞机移动总装生产线管理技术,详细分析了飞机总装管理的问题及需求,设计了基于物联网的装配管理系统框架,并研究了感知层设计、硬件部署、总装生产过程场景与流程、装配过程追踪、质量控制等关键技术;最后,开发了原型系统。通过将物联网应用于飞机移动装配线中,可以为飞机移动装配线提供一种可靠的、高效率的先进管理手段。

参考文献

- [1] 季青松. 飞机总装配工作及其特点[J]. 运输机工程, 2007, 152: 12-15.
- JI Qingsong. General assembly work of aircraft and its characteristics[J]. Transport Engineering, 2007, 152: 12-15.
- [2] 郭恩明. 国外飞机柔性装配技术[J]. 航空制造技术, 2005, 48(9): 28-32.
- GUO Enming. Foreign aircraft flexible assembly technology[J]. Aeronautical

Manufacturing Technology, 2005, 48(9): 28-32.

[3] 任晓华. 新型飞机自动化装配技术[J]. 航空制造技术, 2005, 48(12): 32-35.

REN Xiaohua. Automatic assembly technology of new kind aircraft[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2005, 48(12): 32-35.

[4] 任晓华. 洛克希德·马丁公司的F-22战斗机装配生产线[J]. 航空制造技术, 2006, 49(8): 36-38.

REN Xiaohua. The F-22 aircraft assembly line of Lockheed Martin space systems company[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2006, 49(8): 36-38.

[5] Lockheed Martin F-35 joint strike fighter automated electronic mate and assembly system[EB/OL]. <http://www.aint.com/JSFProject.html>.

[6] 花书梅, 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.

[7] 张俊, 文宝, 王海龙, 等. 基于脉动生产线的精益配送管理信息系统[J]. 航空制造技术, 2013, 56(20): 124-127.

ZHANG Jun, WEN Bao, WANG Hailong, et al. Management information system of lean logistics based on pulse production line [J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2013, 56(20): 124-127.

[8] 雷春兰. 某通用飞机总装生产线总体设计与仿真[D]. 沈阳: 沈阳航空航天大学, 2013.

LEI Chunlan. Overall design and simulation of an airplane final assembly line[D]. Shenyang: Shenyang Aerospace University, 2013.

[9] 李永东. 飞机总装生产物流系统研究[D]. 上海: 上海交通大学, 2013.

LI Yongdong. Study on the production logistics of aircraft final assembly[D]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University, 2013.

[10] 薛良昌. 飞机总装脉动生产线及其信息管理系统的应用与研究[J]. 航空制造技术, 2014, 57(18): 89-91.

XUE Liangchang. Application and research of pulsating aircraft assembly production line

(下转第60页)

Analysis of Aircraft Modular Assembly Process Design in Main Manufacturer-Supplier Patterns

HOU Zhaoke, PU Guangxing, LIU Xuanchen, WANG Lisong
(AVIC General Huanan Aircraft Industry Co., Ltd., Zhuhai 519040, China)

[ABSTRACT] In order to solve various bottleneck problems in aircraft development under the main manufacturer-supplier patterns, learn from the ideas of modular assembly in the automotive and marine industries, the idea of modular assembly for aircraft was proposed, and the process design of modular assembly for aircraft was analyzed. Based on the design data structure modularization, system modularization, functional modularization and interface standardization, expand aircraft assembly parallel working plane by method of the aircraft top-level modular assembly process design, optimized division of work, detailed delivery status and integrated assembly, etc. Reduce the working difficulty of the final assembly stage by the work in advance, and give full play to the advantages of the main manufacturer-supplier patterns to achieve the goal of maximizing the efficiency of aircraft assembly work. Therefore, the main manufacturer-supplier patterns can shorten the total period of model development, ensure the model development node.

Keywords: Main manufacturer-supplier pattern; Modular assembly; Process design; Standardization; Delivery status

(责编 铃兰)

(上接第37页)

and its information management system[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2014, 57(18): 89-91.

[11] 朱海平, 杨馥铭, 何杰, 等. 飞机装配质量管理体系关键技术研究及系统实现[J]. 航空制造技术, 2015, 58(9): 26-30.

ZHU Haiping, YANG Fuming, HE Jie, et

al. Key technology of aircraft assembly quality management system and its implementation[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2015, 58(9): 26-30.

[12] 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.

通讯作者: 孙元亮, E-mail: sunyl_nwpu@163.com。

Key Technology of Aircraft Moving Assembly Line Management Based on Internet of Things

SUN Yuanliang, ZHANG Chao

(China Aviation Planning and Design Institute (Group) Co., Ltd., Beijing 100120, China)

[ABSTRACT] In traditional assembly management process, the real-time information cannot be obtained in time. As a result, the production plan is not coordinated with the actual assembly process, which causes the loss of efficiency. This paper mainly studies an aircraft moving assembly line management technology based on Internet of Things (IoT). With the proposed method, all kinds of real-time information and data are collected, analyzed and sorted via Internet of Things. Combining information system such as takt design and management system, production plan and execution system, and etc., the monitoring and controlling of the aircraft assembly process, the production process tracking and quality control can be achieved. IoT technology can provide a reliable and efficient advanced management tool for aircraft moving assembly line.

Keywords: Aircraft final assembly; Internet of Things (IoT); Aircraft moving assembly line; Assembly management; Management and control system

(责编 大漠)