

基于 RFID 的民用飞机装配生产管理信息系统模型研究^{*}

赵苏阳,李艳军,钱小燕,曹愈远,许振腾,乔磊,汪雷

(南京航空航天大学民航学院,南京 211100)

[摘要] 在对飞机装配过程特点、飞机装配制造执行系统及业务流程、飞机装配流程进行一系列分析的基础上,提出了基于 RFID 技术的飞机装配生产管理信息系统模型,实现企业级信息系统与车间装配执行系统的连接,以及装配过程信息实时传送,保证了信息的实时性和准确性,为企业管理人员实现生产调度、有效管理提供了保障。阐明了该模型的体系架构、层次关联、技术路径与实施方案,为现代飞机制造企业提供了一种可行的装配生产管理信息系统的参考模型。

关键词: RFID 技术;飞机装配;装配生产管理信息系统

Research on Production Management Information System Model for Aircraft Assembly Based on RFID

ZHAO Suyang, LI Yanjun, QIAN Xiaoyan, CAO Yuyuan, XU Zhenteng, QIAO Lei, WANG Lei
(Civil Aviation College, Nanjing University of Aeronautics & Astronautics, Nanjing 211100, China)

[ABSTRACT] Based on the characteristics of an aircraft assembly process, a detailed analysis of system and business process of aircraft assembly process manufacturing execution, we put forward the production management information system model of aircraft assembly based on RFID technology, by which the enterprise information system and the workshop assembly executive system connection, assembly process information real-time transmission are realized, and real-time and the accuracy of the information are guaranteed. This model provides a guarantee for the enterprise managers to achieve effective management of production scheduling. The architecture, the model level association, technical route and implementation plan are expounded, which provide a feasible assembly production management information system reference model for the modern aircraft manufacturing enterprise.

Keywords: RFID technology; Aircraft assembly; Assembly production management information system

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2016.11.083

飞机装配是飞机制造过程中的重要一环,十分复杂。为了提高飞机装配效率,确保飞机装配质量,提高车间装配信息化水平,需深入分析飞机装配过程,研究飞机装配制造执行系统(MES)运行原理,设计装配生产管理信息系统,连接企业 ERP 系统与装配车间 MES 系统,实现企业管理人员与车间操作人员信息互通,使得 AO(装配大纲)在装配现场得到很好的执行,并且能够实时优化各个部门协同装配作业^[1]。

应用 RFID 采集飞机装配车间的各种装配信息有以下优势: RFID 标签的可识读距离较远,能够读取隐藏的标签,并发操作,性较好即能够同时读取多个电子标签,可重复读写。而与目前广泛使用的条形码技术相比,

RFID 技术的优势很明显。表 1 为 RFID 技术与条码技术的比较^[2]。

本文针对飞机装配的特殊性探讨如何有效地将 RFID 技术充分结合到飞机装配生产管理信息系统的建设中,探讨 RFID 应用于飞机装配生产管理信息系统的可行性,为飞机制造企业提高信息化能力并建立飞机装配生产管理信息系统提供科学的依据和方法。

1 飞机装配

开发设计飞机装配生产管理信息系统必须立足于飞机装配过程实际,结合飞机装配过程特点,并且协同企业 ERP 和 MES 系统。

1.1 飞机装配特点

飞机装配过程的特点主要体现在以下两个方面:

^{*} 基金项目:国家自然科学基金项目(50705097)。

表1 RFID技术与条形码的比较

特点	条形码	RFID
可读距离 /mm	0~50	0~50
读取数据速度 /s	0.3~2	0.3~0.5
并发操作性	只能逐一读取	能够同时读取多个电子标签
读写能力	不能够更改	能够重复读写
移动识别	不可以移动识别	可远距离或者高速读取
环境适应性	受环境影响大	环境适应性好

- (1) 结构复杂,变更频繁;
- (2) 物料配套复杂且动态多变。

1.2 飞机装配MES及其业务流程

飞机装配企业制造执行系统(MES)更加注重架次生产装配的管理。图1是国内某型飞机装配生产执行系统的基本业务流程,此流程强调了装配大纲和制造物料清单管理、物料出入库、装配过程控制等环节的重要性^[3-4]。

1.3 飞机装配流程分析

飞机装配流程非常复杂,目前用的比较多的数字化装配工作流程如图2所示^[5]。

2 基于RFID的飞机装配信息管理系统

2.1 系统目标

数字化装配技术、信息技术与现代管理技术的融合是增强企业竞争力的最佳选择。目前,ERP是计划层管理信息系统的代表,PCS作为自动控制系统的代表,已被制造装配业大规模应用,两者之间的有效合作被忽略,使两系统不能进行信息交换。因此,有必要建立飞机装配过程中的信息管理系统来有效解决这一问题^[6]。

建立系统的目标如下:

- (1) 实现飞机装配过程中零部件配送环节的透明管理;
- (2) 利用RFID技术对装配现场数据的自动收集处理,实现对装配零部件的识别和追踪,提升飞机部件装配过程中的精细化管理;
- (3) 为质量追溯提供信息支撑;
- (4) 提高生产效率^[2]。

2.2 系统功能

基于RFID的飞机装配信息管理系统的功能模块如图3所示。

2.2.1 基础数据管理

基础数据管理模块主要是对RFID卡的信息、车间班组信息、人员信息、设备基本信息、生产商信息的管理。

2.2.2 备件存储管理

备件存储管理模块主要分为入库管理、存储管理、备

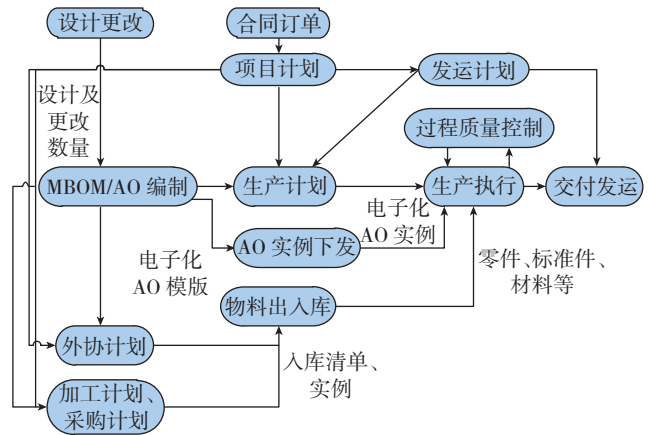


图1 飞机装配制造执行系统基本业务流程

Fig.1 Basic business process of aircraft assembly manufacturing execution system

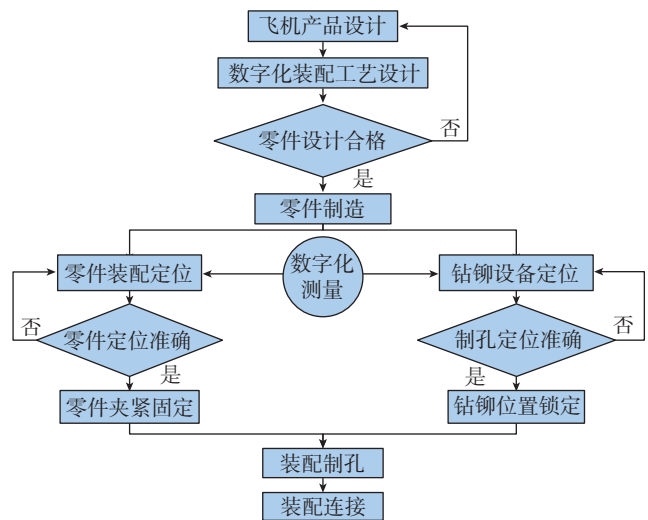


图2 飞机数字化装配的基本流程

Fig.2 Basic process of aircraft digital assembly

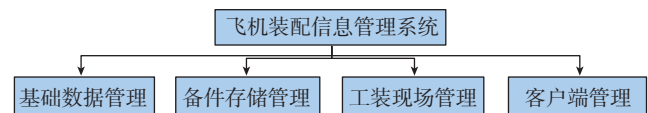


图3 飞机装配信息管理系统功能模块

Fig.3 Aircraft assembly information management system function module

件管理、出库管理。利用RFID技术可完成对入库、存储状态、出库、备件的高效统计。同时系统与仓储位置数据的结合分析可为操作人员明确指出工装设备的存储位置和存储状态。

系统不仅可以提高物料的配送速度,还可以减少人工参与。

2.2.3 工装现场管理

装配现场典型流程图、车间装配操作工的工作流程时序图分别如图4、图5所示。

该模块主要由下面几个子模块组成:

(1) 计划任务管理。

该模块在获得装配计划后,结合装配过程中所需资源如工装工具,生成装配计划以及装配所需的物料清单,实时的部署及调整生产计划。

(2) 工艺指导。

在飞机装配之前,工艺部和生产部已经制定了 MBOM (制造物料清单) 和 AO (装配大纲),可以在此模块将 MBOM 和 AO 导入到系统中,并且可以管理每个装配大纲中的工序以及各种装配参数,以维护装配大纲的正确性和有效性,保证装配的顺利进行。

当装配人员扫描需要装配的产品时,会获得与该产品相关的 BOM 信息、装配工艺、作业指导书、装配示例照片、视频及零件条码等技术数据,利用这些数据装配人员可以快速准确地完成装配工作,避免了装配中零件漏装、错装等工作失误,降低了返修成本。

(3) 装配进度监控。

利用 RFID 读写器读取电子标签上的信息,可以实时地查询现场装配情况,为 AO 和 MBOM 的更改提供依据,还可以将零部件信息和装配要求动态地呈现到工位显示屏上。目的是为管理者提供车间的实时装配信息,以督促和调整各个工序段的装配^[7]。

(4) 返修品管理。

质检部门发现问题产品时,读取电子标签可获得产品的所有生产信息,然后将所发现问题写入电子标签,将产品移至返修位。完成返修后,操作人员将故障原因、解决方案、返修工位等维修信息写入电子标签。该部分信息通过网络传输至计算机相应数据库,通过计算机即可实现对返修产品信息的查询与管理。

(5) 工时与效益。

电子标签中记录着每一道工序的操作人员及起始时间,并且通过系统可随时查看以上信息,方便统计企业的生产情况及效益、项目所用工时及人力成本,同时,为员工的考核提

供重要的标准。

(6) 位置信息。

工装过程中设备的位置查找严重制约着装配的进度,通过电子标签和 RFID 读取设备在每次读取电子标签信息时定位设备所在位置,并且写入标签中,通过信息处理生成装配车间各种设备分布的分布图,便于直观地定位指定设备所在位置,并且可以给特定设备规定指定的活动范围。当读取设备读取的位置信息超过指定范围时可以发出警报,提高工装现场的装配效率。

(7) 可靠性管理。

对工装设备的可靠性管理可以提高设备的安全性与其使用寿命,可以大大提高设备使用效率,增加生产效益。可靠性管理主要包括:预计寿命管理、定期维护管理、测试与试验、故障与排故。

· 预计寿命管理:通过计算、工程经验、试验分析等手段评估设备的预期使用寿命,对预期寿命进行管理,合

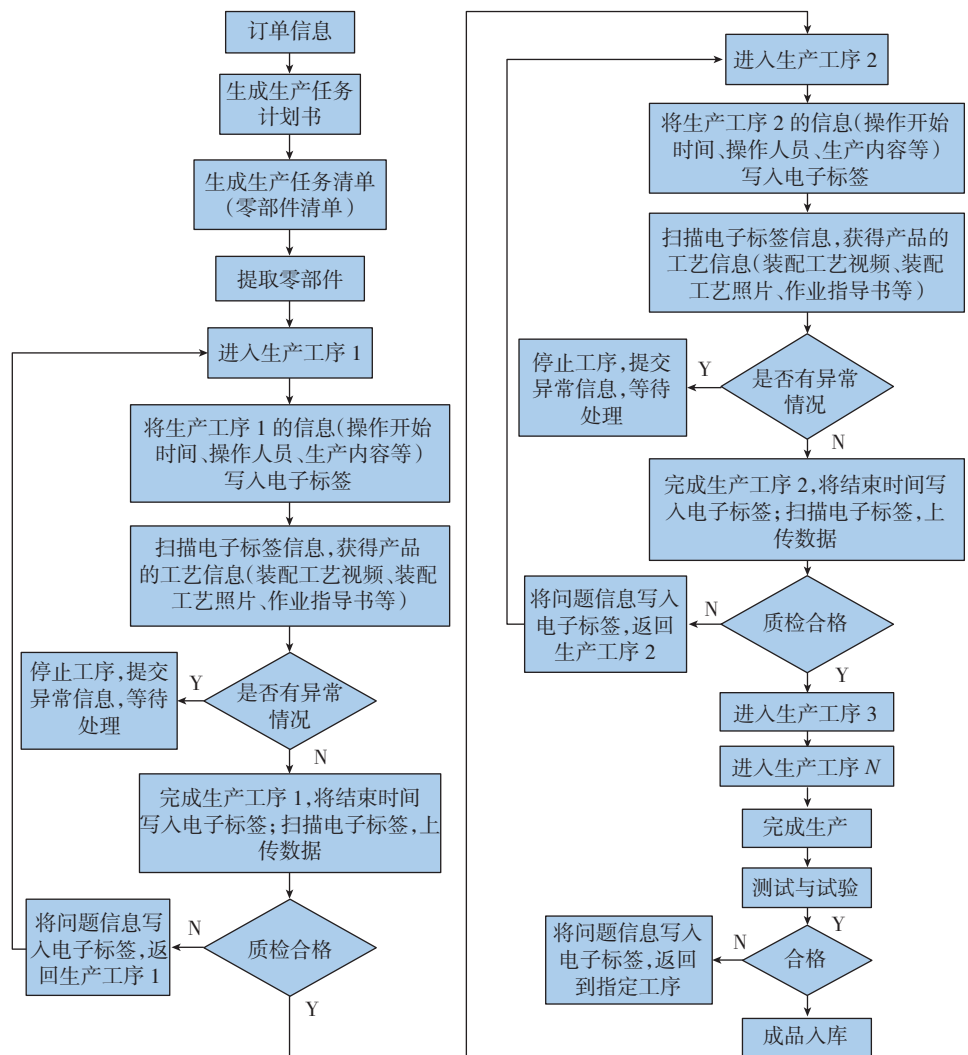


图4 装配现场工作流程示意图

Fig.4 Schematic diagram of working flow of assembly site

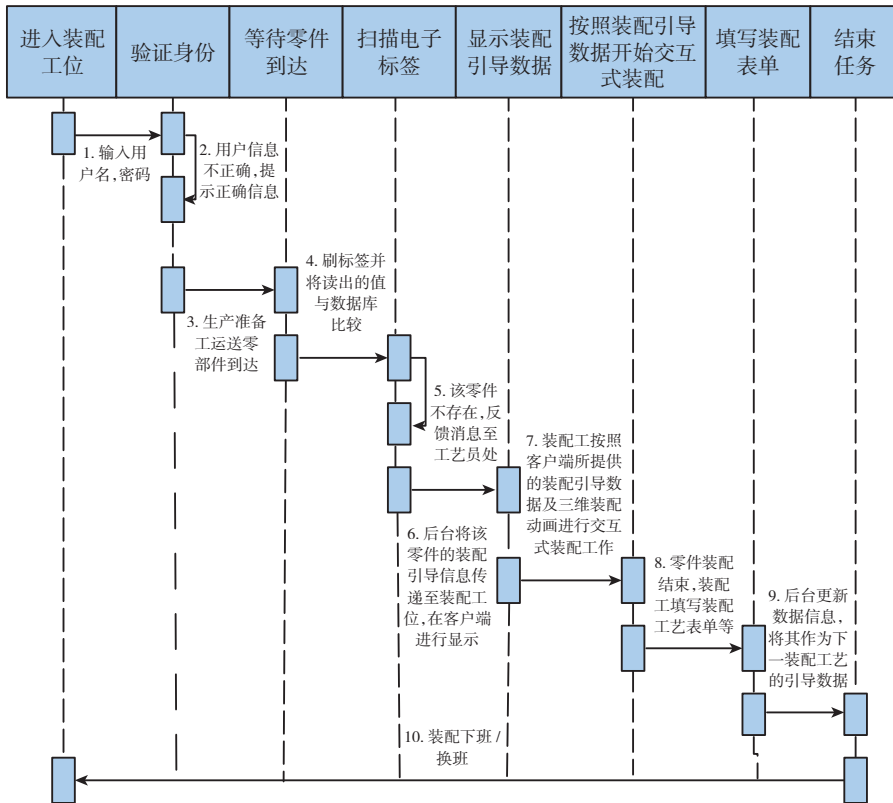


图5 车间装配操作工的工作流程时序图

Fig.5 Work flow timing diagram of workshop assembly operator

理规划设备的检测、维护周期,提高设备实际使用寿命。

- 定期维护管理: 根据设备的预期寿命和使用程度以及损坏程度合理制定设备的维护周期、维护方法。本模块即是对维护策略规划与执行的管理。

- 测试与试验: 将测试与试验信息,如测试内容、测试时间、测试人员、测试结果等信息写入电子标签,扫描电子标签将测试与试验信息上传至系统,实现对测试与试验信息的记录与共享。同时,对于测试不合格的产品,将测试遇到的问题写入电子标签,返回至指定生产工序,该工序的负责人通过扫描电子标签可以快速获得问题信息,加快生产效率。

- 故障与排故: 装备在使用过程中如发现故障,在排故的同时,将故障信息、排故人员、时间、解决方案等信息写入电子标签,扫描电子标签将此信息上传系统,该模块记录的装备问题及解决方案与客户信息相关联。

2.2.4 客户端管理

飞机装配信息管理系统不仅可以实现装配现场的实时监测管理还可以实现远程终端的领导层决策管理。

(1)现场监测管理: 工装现场通过有线传输技术,采集装配过程中产生的信息,授权用户通过客户端登陆即可对相关的信息进行操作处理或者发出指令来指导装配生产。实现这一功能只需要在工装现场配备一个临时数据库即可。

(2)远程移动办公: 对于子公司与总公司、各个装配车间之间、装配厂与公司之间的信息传输需要运用远程传输与网络数据库技术,将信息传输到网络数据库中,异地的客户端可以通过账号登陆网络客户端访问网络数据库中的资源。远程决策层或者管理层发布的指令也可以通过网络终端传输到各个子数据库或者临时数据库^[8]。

2.3 系统设计

2.3.1 系统层次结构

装配生产管理信息系统分为业务管理层、过程监控层以及数据采集层,它们相互联系和支撑,如图6所示。

数据采集层,主要是利用 RFID 技术,为整个装配过程收集物流配送和装配线上的信息提供支持^[9]。

过程监控层: 负责管理装配过程中飞机零部件的装配信息以及装配生产线的状态信息,通过企业级

管理信息系统接口实时地将信息传递给生产管理部门,使企业管理层以及现场生产管理人员可以及时地掌握现场车间装配生产作业的情况。同时,管理部门可以依据从数据采集层获得的信息对装配现场进行控制,及时调整车间装配生产计划,确保 AO (装配大纲)能够被很好地执行。

业务管理层: 指 ERP、SCM、PDM 等企业级信息系统,

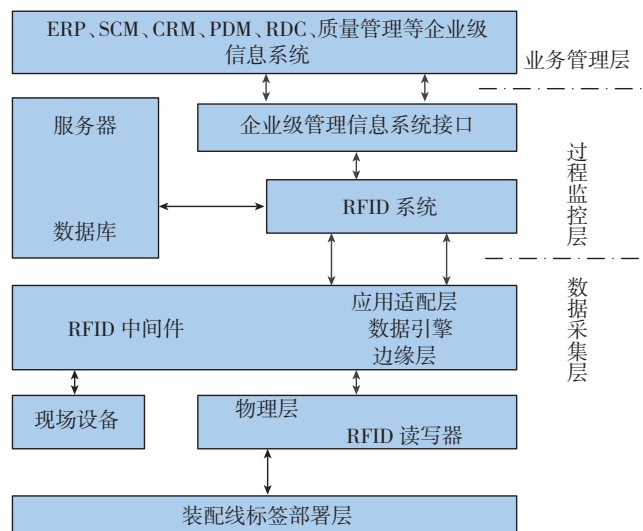


图6 装配系统层次结构

Fig.6 Hierarchy structure of assembly system

为车间级生产管理、调度的中心^[10]。

2.3.2 系统技术架构

系统技术架构如图 7 所示。

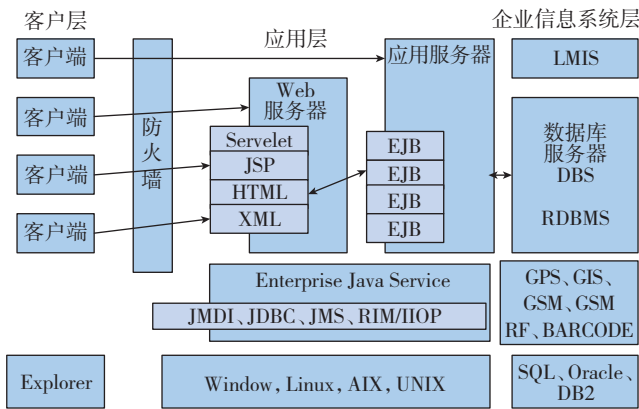


图7 系统技术架构

Fig.7 Technical architecture of the system

3 结束语

本文提出的基于 RFID 技术的飞机装配生产信息管理系统可以有效提高飞机装配企业的现场管理效率,提高飞机制造企业的快速响应能力。本研究具体分析了飞机装配过程的特点,给出了系统功能模块、层次结构及技术架构,为建立飞机装配生产管理信息系统提供了可行的参考模型。

参考文献

- [1] 余式汪. 基于 RFID 技术的装配过程可视化管理系统研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2009.
- YU Shiwang. Research on visualization management system of assembly process based on RFID technology [D]. Hangzhou: Zhejiang University, 2009.
- [2] 赵勇胜. 汽车部件装配生产管理系统中 RFID 技术的应用研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2010.
- ZHAO Yongsheng. Application of RFID technology in automobile parts assembly production management system [D]. Chongqing: Chongqing University, 2010.
- [3] 陈雪梅, 刘顺涛. 飞机数字化装配技术发展与应用[J]. 航空制造技术, 2014(1/2):13-19.
- CHEN Xuemei, LIU Shuntao. Development and application of aircraft digital assembly technology [J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2014(1/2):13-19.
- [4] 聂阳文, 田锡天, 贾晓亮, 等. 面向飞机装配的生产管理技术研究[J]. 机械设计与制造, 2008(11):229-232.
- NIE Yangwen, TIAN Xitian, JIA Xiaoliang, et al. Research on production management technology for aircraft assembly[J]. Mechanical Design and Manufacture, 2008(11):229-232.
- [5] 朱海平, 苟坤, 何非. 飞机装配制造执行系统关键技术研究及系统实现[J]. 航空制造技术, 2012(15):18-21.
- ZHU Haiping, GOU Kun, HE Fei. The key technology research and system implementation of the assembly manufacturing execution system

for the non aircraft assembly[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2012(15):18-21.

[6] 王猛. 基于 RFID 的车间制造信息管理系统研究与开发[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2012.

WANG Meng. Research and development on information management system of manufacturing process based on RFID technology[D]. Nanjing: Nanjing University of Aeronautics & Astronautics, 2012.

[7] 张超, 孙元亮. 飞机移动装配线生产管理系统研究[J]. 航空制造技术, 2014(17):81-84.

ZHANG Chao, SUN Yuanliang. Research of aircraft moving assembly line production management system[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2014(17):81-84.

[8] 王春峰, 邵明习, 张沂泉, 等. 基于 RFID 的汽车制造企业生产物流的研究[J]. 物流科技, 2007(1):103-105.

WANG Chunfeng, SHAO Mingxi, ZHANG Yiquan, et al. Research on the production logistics of automobile manufacturing enterprises based on RFID[J]. Logistics Science and Technology, 2007(1):103-105.

[9] 良辰. 飞机自动化装配技术及设备应用调查报告[J]. 航空制造技术, 2011(19):46-47.

SUN Sharon. Survey of automatic assembly technology and equipment application of aircraft manufacturing technology[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2011(19):46-47.

[10] 吕峻闽, 缪春池, 周启海, 等. 基于 RFID 和 SCOR 的物联网配送中心信息系统模型研究[J]. 计算机科学, 2011, 38(12):128-130.

LÜ Junmin, MIU Chunchi, ZHOU Qihai, et al. The information system model of the internet of things distribution center based on RFID and SCOR[J]. Computer Science, 2011, 38(12):128-130. (责编 冬月)

(上接第82页)

University, 2012.

[6] 师俊东. 航空用高温合金薄壁机匣零件工艺研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2012.

SHI Jundong. Research on the machining process of the superalloy thin casing parts for aero-engine[D]. Dalian: Dalian University of Technology, 2012.

[7] 徐金梅. 大型薄壁机匣加工工艺研究[J]. 中国新技术新产品, 2012(18):118.

XU Jinmei. Research on processes of large thin-wall cartridge[J]. China New Technologies and Products, 2012(18):118.

[8] 胡敏英, 谢云鹏, 时君伟. 预置应力对圆筒纵缝焊接变形影响的数值模拟[J]. 热加工工艺, 2013, 42(15):191-193.

HU Mingying, XIE Yunpeng, SHI Junwei. Simulation on welding distortion of cylinder longitudinal weld seam under prestressing[J]. Hot Working Technology, 2013, 42(15):191-193.

[9] 徐东宏, 李云鹏, 段绮云. 大型薄壁筒体自动氩弧焊接技术[J]. 新技术新工艺, 2013(2):82-86.

XU Donghong, LI Yunpeng, DUAN Qiyun. Technology of big scale thin-wall shell automatic arg on arc welding[J]. New Technology & New Process, 2013(2):82-86.

[10] DEO M V, MICHALERIS P. Mitigation of welding induced buckling distortion using transient thermal tensioning[J]. Science and Technology of Welding & Joining, 2003, 8(1):49-54.

(责编 冬月)