

飞机设计更改执行流程管理系统的设计与实现^{*}

陈 振, 丁 晓, 章 文, 石芹芹

(航空工业成都飞机工业(集团)有限责任公司, 成都 610092)

[摘要] 针对飞机设计更改频繁、更改执行流程缺乏信息化管理、更改执行状态难以控制等问题,在分析某航空单位业务需求的基础上,提出了一种基于 .NET 平台的飞机设计更改执行流程管理系统框架,采用 VS 2010 编程环境开发了基于 B/S 架构的设计更改管理系统。系统规范了飞机设计更改执行流程,实现了设计更改执行流程的闭环控制,提升了飞机交付时技术状态清理的效率。

关键词: 飞机; 设计更改; 执行流程; 信息化管理; .NET

Design and Realization of Process Management System for Aircraft Design Change Execution

CHEN Zhen, DING Xiao, ZHANG Wen, SHI Qinqin

(AVIC Chengdu Aircraft Industrial (Group) Co., Ltd., Chengdu 610092, China)

[ABSTRACT] Aiming at the problems such as the frequent design changes, the lack of information process management, and the difficult to control the state of the Engineering Change Order (ECO), a framework of .NET-based aircraft design change execution process management system was proposed, and used VS2010 programming environment to develop a design change management system based on B/S architecture. The system standardized the ECO execution process, realized the closed loop control of the design change execution process and improved the efficiency of the technical state cleaning when the aircraft delivered.

Keywords: Aircraft; Design change; Flow of execution; Information management; .NET

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2018.21.090

飞机属于复杂产品,其研发过程需经过不断的设计迭代,在设计迭代过程中会产生大量的更改,而对更改的管理和落实直接影响飞机产品的质量和状态控制^[1]。据统计,歼 8 某型飞机从研制到定型,共发出 26700 张工程更改指令,占飞机设计图样总量的 48%^[2]。面临大量的设计更改问题,企业需要合理有效地设计更改管理流程和方法来保证更改的顺利实施^[3]。通过对设计更改的执行流程进行记录、管理、分析和控制,可以有效监控飞机技术状态,避免设计更改错执行、漏执行情况的发生^[4-5]。

有效的设计更改执行流程管理能够规范相关业务流程,使设计更改的贯彻执行过程始终处于可控状态。作为飞机生产部门尤其是飞机装配环节,当大量的工程更改指令(Engineering Change Order, ECO)发布后,如何有效管理这些设计更改信息,监控设计更改执行状

态,成为飞机技术状态控制的关键。信息技术的发展和应用于飞机设计更改执行流程的信息化管理提供了重要手段^[6],随着设计更改数量的不断增加,飞机制造主体应当借助必要的信息管理系统,根据设计更改贯彻执行特点,有效地对设计更改执行流程进行信息化管理与控制。

本文针对某航空制造单位业务需求,利用面向对象技术建立了飞机设计更改执行流程管理模型,设计了一种基于 .NET 平台的飞机设计更改传阅、批阅及执行控制系统框架,采用 VS 2010 编程环境开发了相应的系统。利用所开发的系统,规范了设计更改执行流程,实现了设计更改执行信息的结构化、标准化管理,提升了各业务环节飞机技术状态清理效率。

1 飞机设计更改执行流程管理现状分析

通过对某航空制造单位装配车间业务调研,发现在飞机工程更改指令传阅、批阅流程以及技术状态控制方

*基金项目: 中国制造 2025 四川行动资金项目(40207000120X)。

面,主要存在以下问题:

(1)工程更改指令文档管理效率低。飞机装配车间接收了大量设计更改信息,但在设计更改信息管理方面,仍然采用表格登记的形式,输入格式不统一,数据一致性差,维护不及时,容易造成设计更改管理的混乱。

(2)对工程更改指令所包含的信息处理能力较弱。对工程更改指令的批阅、执行情况的统计分析缺乏信息化手段,不利于管理层及时准确地把控飞机的技术状态。

(3)更改执行过程控制难度大。现有业务条件只能对设计更改执行结果进行查阅,而对执行过程缺乏相应监控,缺失执行端的归零信息反馈及执行情况控制,造成在进行飞机技术状态清理时,费时费力。

(4)信息孤岛现象严重。目前设计更改文件的接

收、建账、批阅、执行到归零环节均由各部门人员单独管理,执行过程信息形成“信息孤岛”,难以突破部门间的信息壁垒,数据共享性差。

2 飞机设计更改执行流程管理系统整体架构

2.1 系统流程模型

针对当前飞机设计更改传阅、批阅及执行管理中存在的问题,建立了飞机设计更改传阅、批阅流程模型,实现飞机设计更改指令的闭环控制,如图1所示。飞机制造单位接收到设计更改后,立即启动本单位的传阅流程,传阅流程包括工程技术室、生产管理室、检验组、承办人以及其他有关人员。工程技术室收到设计更改指令后,及时批阅指令相关的设计更改,因系统提供了结构化的更改批阅规则,从而保证批阅格式及内容的统

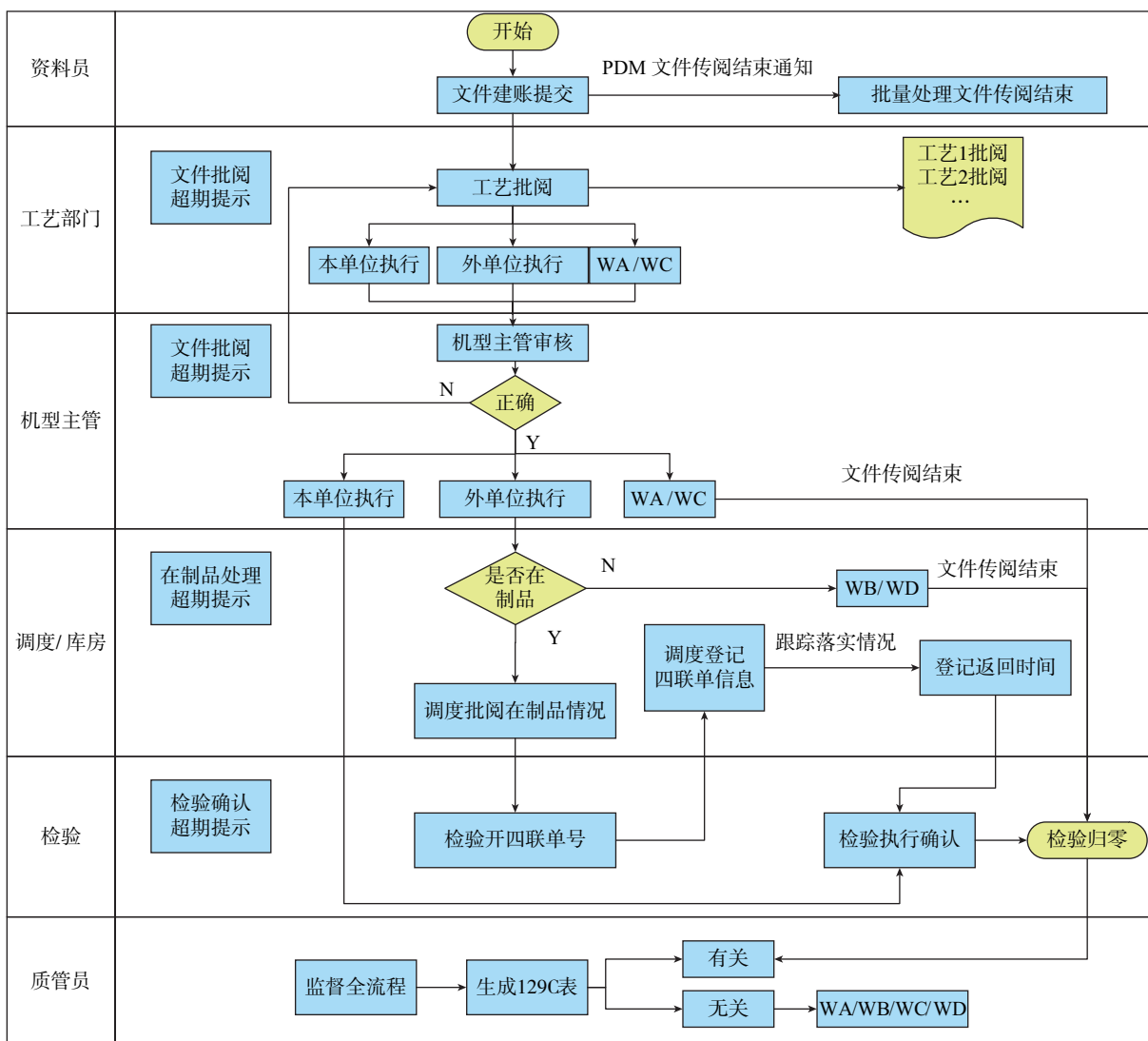


图1 飞机设计更改执行流程管理系统工作流程

Fig.1 Workflow of design and realization of process management system for aircraft design change execution

一,相关工艺人员按更改内容更改相关装配工艺指令。生产管理室收到设计更改后,依据工艺人员批注的有关内容,清理更改所涉及的在制品和库存零组件,在系统中对更改单涉及的在制品进行批注。检验组收到设计更改后,在系统中建立相关台账,并及时传阅至主管检验人员,检验人员可通过系统及时查看设计更改的执行情况,并依据工艺人员和生产管理人员批阅内容实施控制并归档。整个流程在同一系统架构下进行,从而保证设计更改传阅、批阅的可视化、标准化与结构化,实现设计更改在装配车间的闭环控制。

2.2 系统体系结构

飞机设计更改执行流程管理系统采用 B/S 模式,主要包含用户层、功能层和数据库层。功能层主要分系统管理、文件建账、文件批阅、文件执行控制、数据报表输出、主页信息显示、数据检索引擎 7 个模块。数据库层主要包括工程更改指令信息数据、批阅数据以及知识库 3 部分。以 SQL Server 2008 作为数据管理支持平台,数据库层与功能层通过 ADO.NET 连接。飞机设计更改执行流程管理系统的体系结构如图 2 所示。

2.3 系统功能

飞机设计更改执行流程管理系统功能面向设计更改贯彻执行过程相关业务人员,分别对工程更改指令建账、传阅、批阅、设计更改执行情况等进行管理,并为方便工艺员、调度员以及检验员工作,设置了部门待处理工程更改指令管理、支持超期提醒以及工艺员多人批阅等功能。此外,系统为质控人员提供了按照机型、架次等条件快速查询并汇总设计更改贯彻执行状态的功能,

满足了质控人员对飞机质量管理的业务需求,实现了对飞机设计更改的闭环控制。根据设计更改执行流程管理模型和体系结构分析,所设计的系统主要功能模块有:用户管理、工程更改指令建账管理、工程更改指令批阅管理、更改执行过程管理、数据报表输出、数据检索引擎等。

(1) 用户管理。该模块主要用来添加、删除、修改用户信息,设置用户的角色类型(资料员、工艺员、调度员、检验员),实现用户操作权限的控制与管理。

(2) 工程更改指令建账管理。该模块主要包括新增工程更改指令信息录入、修改或删除未开始批阅的工程更改指令,工程更改指令信息录入的内容主要包括工程更改指令单号、设计更改对象、设计更改内容、设计更改有效架次等。

(3) 工程更改指令批阅管理。该模块功能主要包括工艺批阅、机型主管批阅、调度/库房批阅。针对工程更改指令批阅过程中出现的批阅错误问题,该模块还设置了更改单重启传阅申请等功能。

(4) 工程更改指令执行过程管理。该模块主要包括工段执行确认、检验确认、导入 ERP 中装配指令的归档信息,为了方便工艺员、调度员以及检验员工作,该模块设置了超期提醒以及多人批阅等功能。例如,工程更改指令文件建账后,超期 1 周显黄色,超期 2 周显红色,以提醒相关工程更改指令批阅人员及时批阅。

(5) 数据报表输出。为满足航空制造单位对飞机质量管理的需求,该系统提供了更改执行信息数据报表输出功能,可输出不同格式的电子文档。输出的电子文档内容包括工程更改指令信息、工程更改指令批阅内容、工程更改指令执行情况等。

(6) 数据检索引擎。系统运行时间的增长将使得系统存储、管理的数据量越来越庞大,如何有效地从数据库中迅速检索用户关心的信息成为系统必须的功能。为此,系统提供了快速数据综合检索引擎,允许用户自定义多种类别检索条件。

3 系统实现及应用

3.1 系统的开发

系统采用 B/S (Browser/Server) 模式,基于 VS 2010 平台进行开发,该开发平台采用面向对象技术,编程过程可视化,编程效率高,容易实现与数据库的访问,且占用系统资源较少^[7]。通过 Web Server 同数据库进行数据交互,一方面简化了客户端电脑载荷,减轻了系统维护与升级的成本和工作量,另一方面满足了系统稳定性、保密性的要求。

系统采用 SQL Server 2008 作为后台数据库系统。

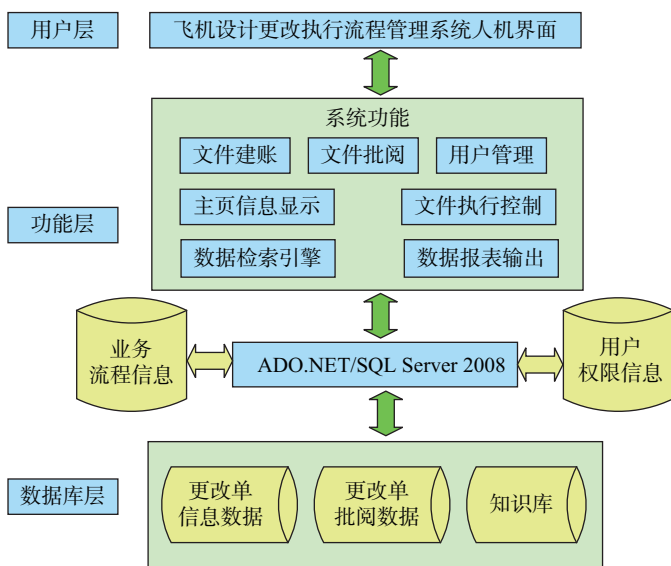


图2 飞机设计更改执行流程管理系统功能架构

Fig.2 Function architecture of design and realization of process management system for aircraft design change execution

数据库主要有用户表、基本数据表、更改单建账类表、更改单批阅类表、档案表等 20 个表格。根据系统各模块的要求,设计好各表的主键、外键、索引、约束、规则等,便于各模块对数据表的统一引用,保证数据的完整性。

3.2 系统的应用

某航空制造单位负责某新型飞机的装配工作,使用设计更改执行流程管理系统以前,工程更改指令信息主要登记在每个业务主管人员的个人登记账上,以 Excel 文件形式存储,信息孤岛现象严重,导致飞机交付时技术状态清理十分困难。2017 年 10 月使用设计更改执行流程管理系统以后,实现了设计更改传阅、批阅及执行信息的全流程集中管理和控制,对整机技术状态的查询和控制效率提高 80% 以上;系统的文件传阅超期提示功能将传阅文件处理效率提高了 30% 以上;多种自动统计及报表输出功能,大幅减少了各部门的重复低效工作,实现设计更改的技术状态管理的完整、准确、可视化,各部门技术状态清理效率提升了 80% 以上。图 3~5

为系统各功能界面。

目前该系统运行稳定可靠,操作过程简洁,系统人机界面友好。系统主要特点包括:

(1)更改执行过程闭环控制。从工艺控制、生产控制到执行确认,规范了设计更改执行流程,形成了设计更改的闭环控制,实现了跨部门、多层次的信息共享,提高了设计更改的控制水平。

(2)较强的查询统计分析及报表输出功能。系统提供了设计更改贯彻执行数据报表输出功能,有效满足对飞机的技术质量管理需求。授权用户可按机型、批架次、工程更改指令单号、批阅者等条件进行统计分析,可输出 Excel、Word、PDF 等满足企业报表格式要求的电子文档。

(3)提升了飞机交付时状态清理的工作效率,支持多机型、按批架次的管理,方便机型主管及生产管理人员进行飞机交付时的状态清理工作。

(4)基于 Web 结构使系统的部署和维护非常方便,用户界面简单直观易操作。



图3 文件建账管理界面

Fig.3 Interface of document registration

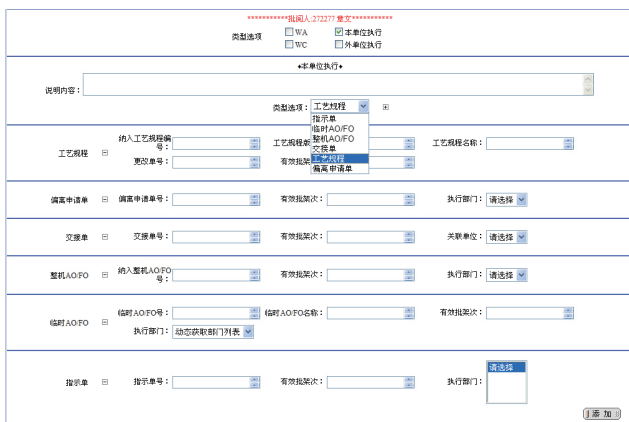


图4 文件批阅管理界面

Fig.4 Interface of document review

文件状态	文件号	基本型号	架次	设计更改单号	文件种类	设计更改架次	机型	批架次	工艺规程	生产控制	执行部门	审核意见
待审核	1111	111	11	11111111	工艺规程	11	1111	1111	11111111	11111111	1111	11111111
待审核	1284821	V	12-12	1212	1212	1212	1212	1212	12121212	12121212	1212	12121212
待审核	1111	111	11	11111111	工艺规程	11	1111	1111	11111111	11111111	1111	11111111

图5 文件执行管理界面

Fig.5 Interface of document execution

4 结论

通过分析航空制造企业对飞机设计更改执行流程管理的业务需求,建立了飞机设计更改执行流程模型,提出了一种飞机设计更改执行流程管理系统框架并采用 VS 2010 编程环境开发。通过系统实施,实现了设计更改执行信息的结构化、标准化管理及执行过程的闭环控制,提升了飞机交付时技术状态清理的效率,有效解决了飞机设计更改执行流程管理过程中的“信息孤岛”问题,提高了信息管理水平和飞机技术状态控制的准确性。目前该系统运行稳定可靠,用户反馈良好。后续工作是引入数据挖掘技术,进一步提高飞机设计更改执行流程的信息化管控水平。

参考文献

[1] 胡晋铭, 拜斌. 飞机零部件更改管理方法研究 [J]. 航空制造技术, 2015, 57(5): 74-76, 81.
 HU Jinming, BAI Bin. Study on rejigger management of aircraft part and assemble [J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2015, 57(5): 74-76, 81.
 [2] 王树棕. 设计更改的闭环管理 [J]. 航空标准化与质量, 1997(4): 32-33
 WANG Shuzong. Closed loop management of design change [J]. Aeronautic Standardization & Quality, 1997(4): 32-33.
 [3] 陶芳, 魏法杰. 产品研制过程中工程变更传播范围和影响分析 [J]. 工业工程, 2013, 16(4): 98-104.

(下转第 99 页)

合金黏结物且有切屑划伤痕迹。

(4) 每组试验都存在不同程度的加工硬化,加工硬化层厚度在 30 μm 左右。

(5) 随着钻削参数的增加,切屑挤压变形趋于严重。

综合分析试验结果,在干切削条件下,钻削速度为 20m/min、进给量为 0.08mm/r 的深孔质量最优,满足实际加工需求。

参考文献

[1] 朱知寿,王新南,商国强,等. 新型高性能钛合金研究与应用[J]. 航空材料学报, 2016, 36(3): 7-12.

ZHU Zhishou, WANG Xinnan, SHANG Guoqiang, et al. Research and application of new type of high performance titanium alloy[J]. Journal of Aeronautical Materials, 2016, 36(3): 7-12.

[2] 蒋超猛,张弓,王映品,等. 深孔加工技术的研究综述及发展趋势[J]. 机床与液压, 2015, 43(11): 173-177.

JIANG Chaomeng, ZHANG Gong, WANG Yingpin, et al. Research review and development trend of deep-hole machining technology[J]. Machine Tool & Hydraulics, 2015, 43(11): 173-177.

[3] 杨微,周威,杨力,等. 深孔加工技术研究进展[J]. 硬质合金, 2016(2): 141-146.

YANG Wei, ZHOU Wei, YANG Li, et al. Development of deep hole processing[J]. Cemented Carbide, 2016(2): 141-146.

[4] 张晓东,韩策. 航空复杂壳体零件深孔加工技术研究[J]. 航空制造技术, 2017, 60(15): 50-57.

ZHANG Xiaodong, HAN Ce. Research review of deep hole machining technology for complex shell part[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2017, 60(15): 50-57.

[5] ZHANG H, SHEN X, BO A, et al. A multiscale evaluation of the surface integrity in boring trepanning association deep hole drilling[J]. International Journal of Machine Tools and Manufacture, 2017, 123: 48-56.

[6] ZHANG X, TNAY G L, LIU K, et al. Effect of apex offset inconsistency on hole straightness deviation in deep hole gun drilling of Inconel 718[J]. International Journal of Machine Tools and Manufacture, 2018, 125: 123-132.

[7] KUZU A T, BERENJI K R, EKIM B C, et al. The thermal modeling of deep-hole drilling process under MQL condition[J]. Journal of Manufacturing Processes, 2017, 29: 194-203.

[8] WOON K S, TNAY G L, RAHMAN M, et al. A computational fluid dynamics (CFD) model for effective coolant application in deep hole gun drilling[J]. International Journal of Machine Tools and Manufacture, 2017, 113: 10-18.

[9] 邱昂,雷勇,郑建明,等. 深孔加工工具系统研究现状及趋势分析[J]. 工具技术, 2015, 49(12): 7-12.

QIU Yi, LEI Yong, ZHENG Jianming, et al. Classification and research status of deep-hole cutting tool system[J]. Tool Engineering,

2015, 49(12): 7-12.

[10] WANG Y, JIA W, ZHANG J. The force system and performance of the welding carbide gun drill to cut AISI 1045 steel[J]. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2014, 74(9-12): 1431-1443.

[11] WOON K S, CHAUDHARI A, RAHMAN M, et al. The effects of tool edge radius on drill deflection and hole misalignment in deep hole gun drilling of Inconel-718[J]. CIRP Annals-Manufacturing Technology, 2014, 63(1): 125-128.

[12] 陈五一,袁跃峰. 钛合金切削加工技术研究进展[J]. 航空制造技术, 2010, 53(15): 26-30.

CHEN Wuyi, YUAN Yuefeng. Research development of cutting technology for titanium alloy[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2010, 53(15): 26-30.

通讯作者: 孙方宏,博士、教授、博士生导师,研究方向为切削磨削理论与工艺、超硬涂层工具制备与应用, E-mail: sunfanghong@sju.edu.cn.

(责编 大漠)

(上接第 93 页)

TAO Fang, WEI Fajie. Propagation scope and impact of engineering change in product design and development[J]. Industrial Engineering Journal, 2013, 16(4): 98-104.

[4] 乔玉良. 飞机设计更改贯彻执行及系统实施研究[J]. 装备制造技术, 2014(11): 186-188.

QIAO Yuliang. Research on aircraft design change and the implementation of the execute system[J]. Equipment Manufacturing Technology, 2014(11): 186-188.

[5] 王岩,王美清. 基于知识流的设计更改执行阶段过程改进[J]. 计算机集成制造系统, 2017, 23(4): 726-736.

WANG Yan, WANG Meiqing. Knowledge-flow-based process improvement in design change execution[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2017, 23(4): 726-736.

[6] 李成,高建民,李青. 基于过程控制的设计更改控制系统研究[J]. 计算机集成制造系统, 2006, 12(10): 1549-1555.

LI Cheng, GAO Jianmin, LI Qing. Design change control system based on process control[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2006, 12(10): 1549-1555.

[7] 杜党党,贾晓亮,张宇. 航空发动机性能监控系统设计与实现[J]. 航空制造技术, 2014, 57(7): 99-103.

DU Dangdang, JIA Xiaoliang, ZHANG Yu. Design and realization of performance monitor system for aeroengine[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2014, 57(7): 99-103.

通讯作者: 陈振,硕士、助理工程师,研究方向为飞机数字化装配, E-mail: chenchen1451@163.com.

(责编 大漠)