

面向知识工程的飞机装配故障管理平台设计与实现

蔡瑶琦, 陈雷, 陈振

(航空工业成都飞机工业(集团)有限责任公司, 成都 610092)

[摘要] 针对飞机装配系统复杂, 系统安装和通电调试过程中出现的故障问题多样及质量控制难度大等问题, 提出了一种面向知识工程的飞机装配故障管理平台。分析了飞机装配阶段故障特点并对其进行分类, 搭建了故障管理平台框架, 采用结构化和模块化方法实现了系统的开发。应用结果表明, 平台实现了飞机装配现场故障的记录、处理和统计分析, 将故障内容和调试方法形成知识, 通过故障统计分析, 提升了飞机装配调试的工作效率, 进而提高了产品装配质量。

关键词: 飞机装配; 故障管理; 安装调试; 信息化; 系统框架

Design and Implementation of Fault Management Platform for Aircraft Assembly Oriented to Knowledge Engineering

CAI Yaoqi, CHEN Lei, CHEN Zhen

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

[ABSTRACT] Aiming at the problems of complex aircraft assembly system, various faults in system installation and electrical debugging and difficulty in quality control, a fault management platform for aircraft assembly oriented to knowledge engineering is proposed. This paper analyzes the fault characteristics of aircraft assembly phase and classifies them, builds a fault management platform framework, and implements the system development with structured and modular methods. The application structure shows that the platform realizes the recording, processing and statistics of the faults on the assembly site, forms the knowledge of the contents and debugging methods of faults, and improves the efficiency of the debugging of the aircraft assembly through the statistical analysis of the faults, thereby improving the assembly quality of the products.

Keywords: Aircraft assembly; Fault management; Installation and debugging; Information; System framework

DOI:10.16080/j.issn1671-833x.2020.04.096

在飞机装配过程中,任何部件的故障和处理方法都可能直接影响到飞机的调试和生产效率甚至影响产品质量^[1]。随着智能制造国家战略的提出和航空技术的不断发展,飞机装配将自动化、信息化和数字化^[2]逐渐运用到生产实际工作中,而这种技术的发展也导致飞机故障现象的多样化及故障原因的复杂化^[3]。针对飞机装配过程中不同部件出现的故障,专家们提出了相应的记录和防范措施。樊江等^[4]提出了基于可复用面向对象的航空发动机典型故障管理系统,具有故障信息丰富、故障表达直观、操作简洁、查询方便等优点,有很强的工程实用价值。李欣欣等^[5]针对飞机铆接装配中遇到的故障进行了合理化分析,并提出了解决方法,取得了令人满意的效果。杜娟^[6]提出从飞机装配不协调问

题的成因方面进行分析,提出了几种合理的措施,以便于缩短周期,确保拥有良好的飞机协调性。然而,由于飞机装配具有涉及业务面广,流程复杂,故障类型多样化,维护方法不好掌控等特点,现有方法理论无法有效解决飞机装配所面临的所有故障问题,如何科学、合理地处理、总结和积累故障成为飞机生产过程中提升效率和节约成本的关键。

知识工程是工程技术学科,其研究内容是如何组成由电子计算机和现代通信技术结合而成的新的通讯教育、控制系统,研究的中心是智能软件服务,即研究编制程序,提供软件服务^[7]。本文针对某航空制造单位飞机装配业务需求分析,研究了知识工程技术在飞机装配故障管理中的应用,建立了一种面向知识工程的飞机装配

故障记录、处理及统计平台,采用 Myeclipse 编程环境开发。平台规范了故障填写和处理流程,提升了各业务环节飞机调试效率、测试效率以及生产效率。

1 飞机装配故障类型和特点分析

故障的概念以故障类型为核心,同一故障在不同装配流程中可以有不同的表现模式,同一故障模式可由多个故障归纳而成。对同一故障类型从多角度分析,可以总结出详细的故障信息,根据具体的故障信息可简化调试和测试工作,形成知识体系,便于后续避免故障发生^[8]。通过对某航空制造单位业务调研,在飞机装配过程中存在的故障类型主要包括装配类、机械调试类和通电测试类,且呈树状形式分布,如图1所示。

飞机装配流程要经过零部件的安装、大部件装配、整机装配、分系统试验及整机综合性能试验等一系列过程,涉及大量零件、成品、标准件的组装修配,也涉及多个部门和人员的协作,在此过程中,故障可以是任何部件、子部件或零件,也可以是各测试环节中参数设置故障或调试情况下的系统故障,因此飞机装配故障数量较多,如若不及时发现并完善,会影响后续的安装及调试工作,甚至影响整个飞机的性能。

在飞机完成整体装配之后,要对飞机各部件的性能进行机械调试以及各项系统通电测试试验,验证装配过程的完整性和准确性,保证飞机满足自身的设计性能。

通过对以上问题及故障隐患进行总结,在飞机装配环节主要存在以下问题:

(1)故障形式零散,记录内容分散。传统的故障及问题解决方法都是由有经验的师傅口头传授,没有形成统一知识。

(2)飞机装配环节零部件数量庞大,每一项装配流

程都涉及到多个部门或人员参加,故障形式无法掌控,问题较难及时处理。

(3)故障信息处理能力较弱。传统故障没有统一记录模式,导致记录混乱,无法准确地对故障类型进行统计和分析,数据共享性差。

2 故障管理平台总体框架及流程设计

2.1 故障管理平台体系框架

飞机装配故障管理平台采用 B/S (Browser/Sever) 模式,从平台结构和逻辑组成出发,将总体结构分为用户层、功能层和数据层。用户层主要设置人员操作权限,是平台的入口。功能层包括平台实现的各项主要功能,是平台的核心。数据库主要对故障数据的存储和知识库的建设,是平台的基础。具体框架结构如图2所示。

2.2 操作流程设计

在用户层,平台主要对用户角色类型进行设置,以实现用户操作权限的控制与管理,其中,管理员权限用户具有全部功能的操作权限,部分用户仅具有查看和统计权限,部分用户具有对故障信息处理的权限。

在功能层,根据当前飞机装配过程对存在故障问题的人工记录和操作情况进行分析,平台所涉及的功能模块包括添加功能模块、修改功能模块、查看功能模块、删除功能模块、导出功能模块和统计功能模块。对于添加功能模块,操作人员发现现场故障之后,首先要对故障信息进行规范化记录,包括故障发生的工段/站位、类别、AO、系统、制单人、处置状态、故障描述、处理方法等信息,而后将信息及时录入平台内进行记录。对于平台修改功能模块,操作人员通过主页面故障列表选择要修改的故障信息,点击进入修改页面进行信息修改完善。对于删除功能模块,操作人员需在主页面故障列表中选

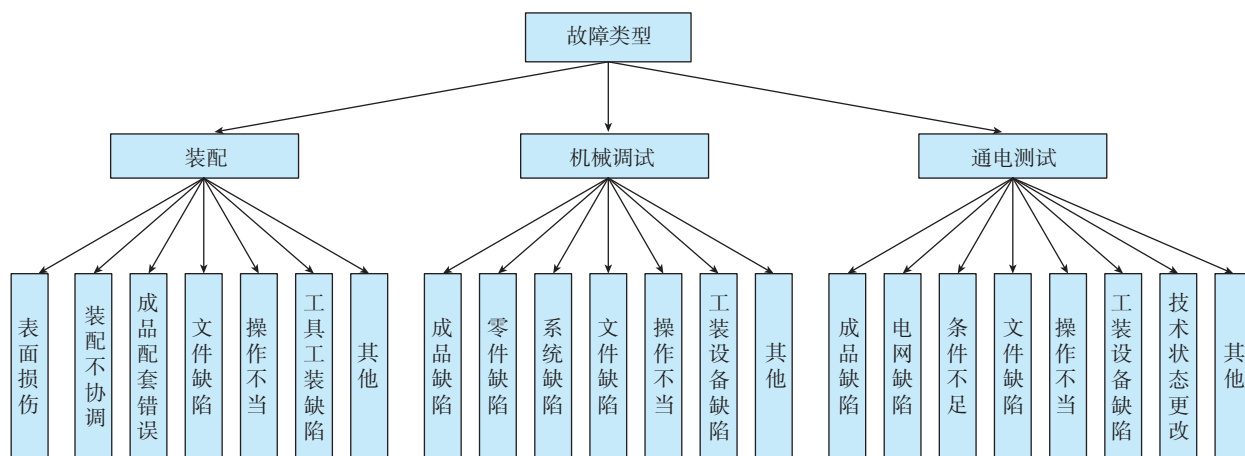


图1 飞机装配故障类型

Fig.1 Types of aircraft assembly failures

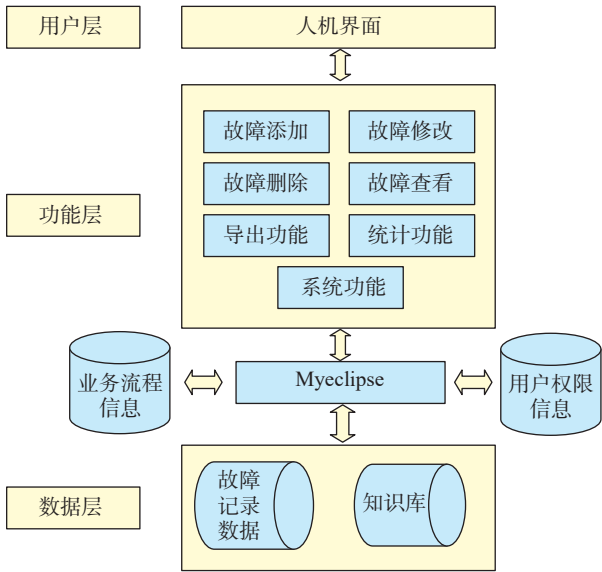


图2 故障管理平台体系框架
Fig.2 Framework of fault management platform

择要删除的数据,点击删除按钮,删除信息无法恢复,故平台对于删除操作设置了删除提醒功能,以防止操作失误带来的数据丢失等危害。操作人员对数据进行修改和删除操作,系统会将信息提交给主管领导,由主管领导进行审核,对不符合要求的操作驳回,对符合要求的操作进行确认,从而更加有效地控制故障数据的真实性和完整性。对于查看操作模块,操作人员进入主页面之后,选择相应记录,双击记录所在行或者单击选中该条记录,单击查看按钮即可。部分功能流程如图3所示。

在数据层,平台采用统一的数据库 Oracle 存储故障信息,用户在 Web 浏览器端访问的是同一个数据库,保证了故障信息的一致性和数据源的统一性。

3 故障管理平台实现及应用效果

3.1 故障管理平台的开发

平台的开发主要包括3大模块,分别是前端设计模块、后端开发模块以及数据库设计模块。其中,前端开

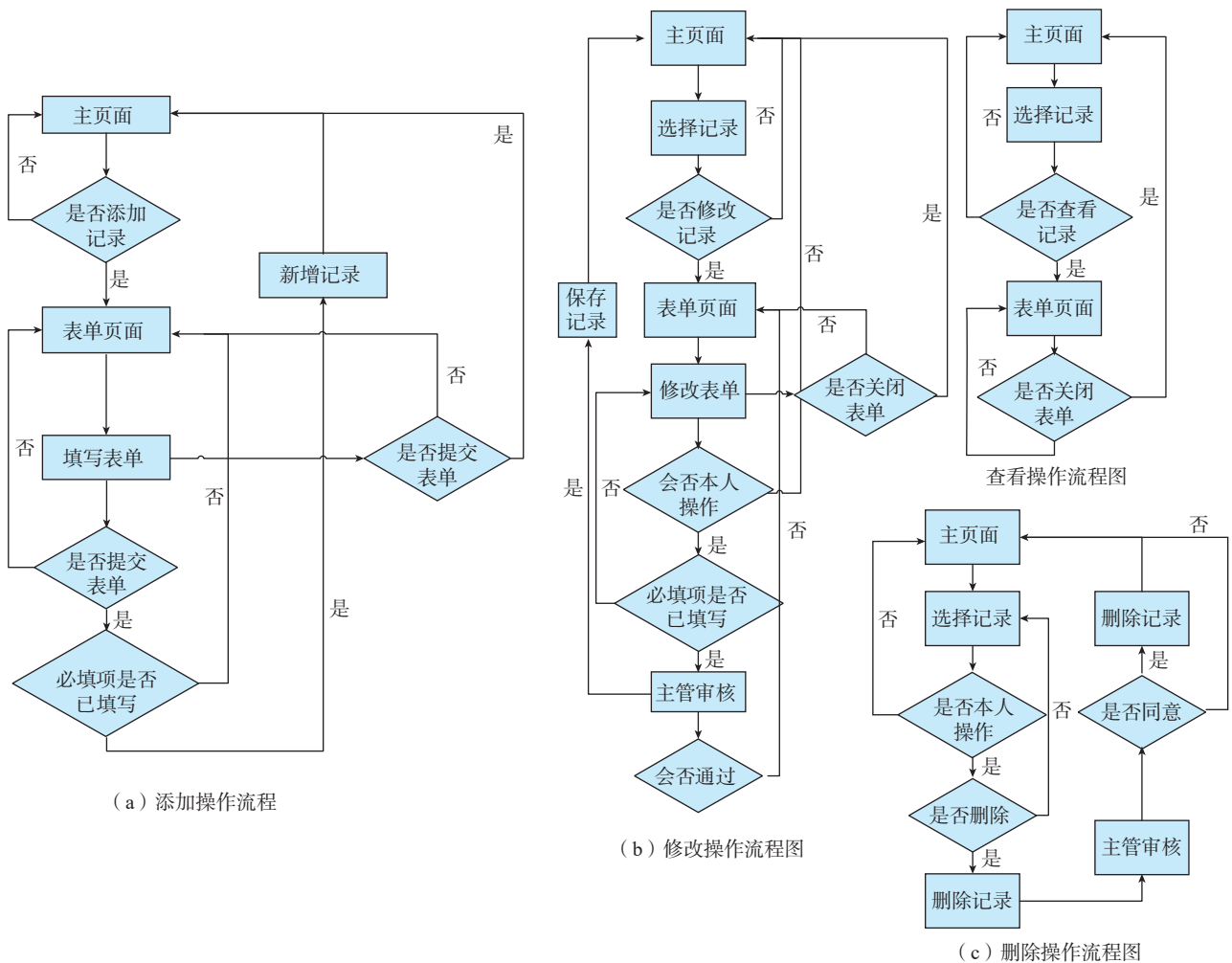


图3 故障管理平台功能流程图
Fig.3 Functional flow chart of fault management platform

发模块采用 Javascript 编程语言,页面设计采用 JSP 技术实现,系统界面采用鼠标操作,简单且实用;后端开发模块采用 Java 语言并在 Myeclips 环境下进行编写,编程过程可视化,编程效率高,容易实现与数据库的访问^[9];数据库设计模块采用 Oracle 进行数据表设计,根据故障信息类型,将信息进行结构化存储。

系统采用 B/S 模式开发,浏览器通过 Web Server 同数据库进行数据交互,这样一方面简化了客户端载荷,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。

3.2 故障管理平台的应用效果

某航空制造单位飞机装配环节现场故障问题频发,且种类多样,传统做法是以口头通知和传授为主,导致故障调试效率低,反复性工作量大,调试方法没有形成知识性文件以供后续员工学习和掌握。2018 年 10 月使用故障管理平台以后,实现了故障类别、详情描述、处理方法、处理人和处理时间、当前状态等信息的结构化记录和准确、完整的存储,根据不同筛选条件统计相应故障信息,对故障现象进行简单分析,实现了故障知识的可视化管理,可利用率更高。系统的典型界面如图 4~6 所示。

目前该平台具有良好的稳定性和可靠性,操作方便简洁,人机界面友好。平台主要特点包括:

(1)故障记录文字化、结构化。改变了传统故障处理只限于口头传述和靠经验解决问题的弊端,将故障以文字的形式记录在平台内,为后续工作提供知识储备和技术支持。

(2)信息及时记录和共享。平台通过对故障的信息化管控,将数据信息存放到统一的平台上,实现了跨部门、多系统的信息共享。

(3)较强的查询统计功能。平台提供了故障数据统计功能,可实现故障分类统计,便于工作人员对故障进行分析和决策,通过统计分析,对于常规性故障可以实现预防的功效。

(4)用户体验良好。基于 Web 结构使平台易于操作、管理和维护,使用非常方便。

4 结论

通过分析航空制造企业飞机装配生产过程中出现的故障及管理需求,提出了故障管理平台整体架构,利用知识工程思想实现了模块化的功能方法,并采用

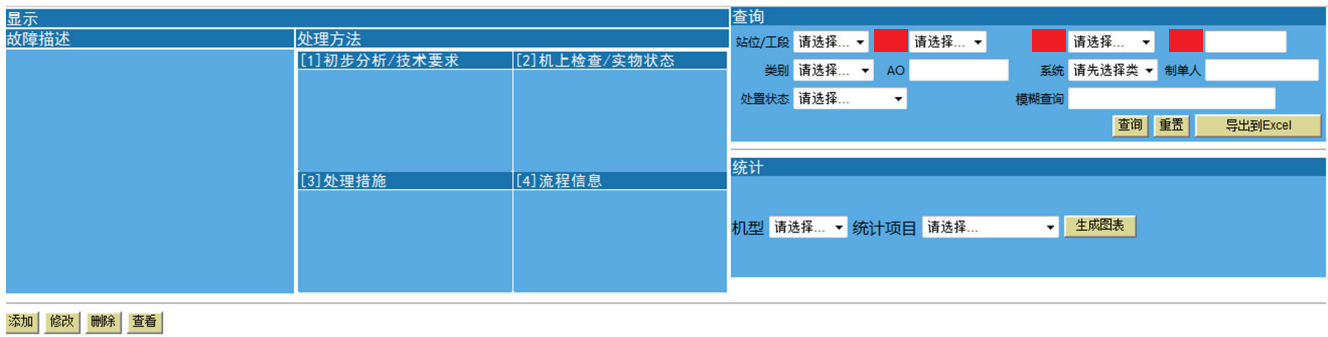


图4 系统主页面
Fig.4 System home page

故障列表											
全选	处理状态	站位/工段				类别	AO	故障描述	制单人	制单时间	完成时间
<input type="checkbox"/>	已完成	203				通电测试			谢彬	/	2018-09-17-15:34
<input type="checkbox"/>	已完成	203				通电测试			谢彬	/	2018-09-17-15:17
<input type="checkbox"/>	已完成	104				通电测试			/	/	2018-09-12-18:11
<input type="checkbox"/>	已完成	104				通电测试			许磊	/	2018-09-12-17:40
<input type="checkbox"/>	已完成	104				通电测试			许磊	/	2018-09-12-17:34
<input type="checkbox"/>	已完成	104				通电测试			/	/	2018-09-12-17:27
<input type="checkbox"/>	处理中	105				通电测试			代问天	2018-09-12-12:04	/
<input type="checkbox"/>	已完成	203				通电测试			代问天	/	2018-09-12-

图5 查询显示页面
Fig.5 Query display page

基本信息				
站位工段*	请选择...	*	请选择...	请选择...
类别*	请选择...	AO*		系统*
故障描述*		处置方法		
		[1]初步 分析技 术要求		[2]机上 检查实 物状态
		[3]处理 措施		[4]流程 信息
相关人员		表单信息		
姓名1	姓名2	制单人 蔡瑶琦		
部门1	部门2	处置状态* 请选择...		
联系方式1	联系方式2			
故障类别				
一级故障类别		二级故障类别		
三级故障类别		排故层级		
提交		关闭		

图6 新增页面
Fig.6 Additional pages

Myeclipse 编程环境实现了平台结构化的开发。通过平台的实施,规范了飞机装配各类故障现象的记录和统计,形成了统一知识体系,有效解决了飞机装配过程中的故障类型多样、同一类型故障发生频繁、处理难度大及时间长等问题,提高了信息管理水平和故障处理的及时性、准确性,为飞机装配全面实现知识工程技术提供了知识储备和前提基础。目前该平台运行稳定可靠,具有操作简洁、表达直观、信息量丰富和查询、统计方便等优点,用户反馈良好。由于系统还在不断完善过程中,目前只能根据故障类型和记录信息进行简单的故障分析,后续工作要对平台进行升级改进,运用先进的数据分析方法手段,进一步提高飞机装配故障管理的信息化管控水平。

参考文献

[1] 杨馥铭. 面向飞机装配数字化生产管控的制造执行系统研究及应用[D]. 武汉: 华中科技大学, 2016.
 YANG Fuming. Research and application of manufacturing execution system for digital production and management of airplane assembly[D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2016.
 [2] 李薇. 数字化技术在飞机装配中的应用研究[J]. 航空制造技术, 2004, 47(8): 24-29.
 LI Wei. Application of digital technology in aircraft assembly[J]. Aeronautical Manufacturing Technology, 2004, 47(8): 24-29.
 [3] 范军华, 赵焯. 飞机装配过程故障排查方法探析[J]. 军民两用技术与产品, 2017(8): 9.
 FAN Junhua, ZHAO Ye. Probe into troubleshooting methods in aircraft assembly process[J]. Dual Use Technologies & Products,

2017(8): 9.
 [4] 樊江, 隋明君, 孔瑞莲. 基于可复用面向对象的航空发动机典型故障管理系统[J]. 航空发动机, 2005, 31(2): 55-58.
 FAN Jiang, SUI Mingjun, KONG Ruilian. Typical aeroengine failure information management system based on reusable object-oriented technology[J]. Aeroengine, 2005, 31(2): 55-58.
 [5] 李欣欣. 飞机铆接装配故障分析与解决方法[J]. 工程技术(文摘版), 2014(7): 00309.
 LI Xinxin. Failure analysis and solution of aircraft riveting assembly[J]. Engineering Technology (Digest Edition), 2014(7): 00309.
 [6] 杜娟. 飞机装配不协调问题的原因分析及解决方法[J]. 中国高新技术企业, 2011(21): 114-116.
 DU Juan. Reasons analysis and solutions to the problem of uncoordinated aircraft assembly[J]. China High-Tech Enterprises, 2011(21): 114-116.
 [7] 向洪. 当代科学学辞典[M]. 成都: 成都科技大学出版社, 1987.
 XIANG Hong. Dictionary of contemporary science[M]. Chengdu: Chengdu University of Science and Technology Press, 1987.
 [8] 孙毅刚, 席佳睿, 赵珍. 飞机航电系统故障测试点优化选择研究[J]. 计算机仿真, 2017, 34(9): 39-44, 98.
 SUN Yigang, XI Jiarui, ZHAO Zhen. Optimization and selection research on fault test point of aircraft avionic system[J]. Computer Simulation, 2017, 34(9): 39-44, 98.
 [9] 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: 蔡瑶琦, 硕士, 助理工程师, 研究方向为数字化车间、制造信息化, E-mail: caiyaoqi5217@163.com。

(责编 阳光)