

基于 Web 的自动钻铆机铆接数据管理系统的开发

Development of Automatic Riveting Data Management System Based on Web

西北工业大学现代设计与集成制造技术教育部重点实验室 窦杨青 卜昆 窦杨柳 赵丽 黄胜利

[摘要] 论述了基于 Web 架构设计自动钻铆机铆接数据管理的实现方案,按照面向对象编程的思想,成功地建立了自动钻铆机铆接数据库;实现了铆接过程加工参数的调整优化,理想加工参数的自动存取,详尽报表的输出等功能;提高了大型机翼壁板铆接工艺数据处理的效率和可靠性,对面向小型数据处理系统的开发具有一定的参考价值。

关键词: B/S 架构 自动钻铆机 铆接工艺参数数据库 SQL

[ABSTRACT] The realization scheme of the automatic riveting machine's riveting data management system, which is based on web structure is described. Based on the object-oriented technology, the automatic riveting database system is built up, and the manufacturing parameters of riveting process are adjusted and optimized automatically. Automatical reading and querying of the accurate data, and generating of the report forms in detail are achieved. The efficiency and dependability of data processing for large wing is improved greatly, which is helpful to exploitation of some data processing system oriented to small databases.

Keywords: B/S built up Automatic riveting machine Riveting process parameters Database SQL

大型飞机结构尺寸大,装配准确度要求高,研制周期短,在飞机的装配过程中,必须运用各种数字化的手段,保证产品质量,提高生产效率,降低废品率。自动钻铆技术是提高装配质量和效率的重要手段^[1]。Boeing、Airbus 是航空制造业的两大巨头,代表了目前航空制造业的先进水平。无论是 Boeing 还是 Airbus,部装车间一般均配备有多台自动钻铆设备,飞机机翼壁板、机身壁板、翼梁等组合件的铆接都采用了自动铆接系统。对于较大尺寸结构、复杂结构,尤其是双曲度的飞机机身和机翼壁板进行自动钻铆,配备数控托架以实现工件的自动调平、定位和移动,提高了铆接质量和生产效率。

飞机装配中的自动钻铆技术在我国航空制造业中起步较晚,在 20 世纪 90 年代初期才开始引进、应用该

项技术。自动钻铆技术所需的主要设备为自动钻铆机和相配的托架系统。某型号飞机机翼壁板采用了国际上先进的无头铆钉连接技术。此项技术在国内航空制造业中为首次应用。无头铆钉的连接必须采用自动钻铆设备,才能实现壁板稳定、高质量的连接^[2]。

目前我国某企业已经从国外引进了 G4026SXX-120 自动钻铆机。但是没有引进专门配备的数控托架。为此,该企业以现有的 G4026SXX-120 自动钻铆机为基础,对设备进行技术改造,并自行研制了配套的数控托架。运用数字化制造技术,在铆接机的控制精度满足产品加工要求的前提下,在建立工件数模的基础上,进行铆钉工艺编制部署,加工编程,达到自动数控铆接的目的。可以实现钻孔、划窝、铆接和铣平埋头铆钉钉头的自动化。

但是由于设备进行了技术改造,无法完全实现铆接参数的自动统计和分析,而且钻铆过程中需要考虑的参数、变量多,模块复杂。由于铆接现场与工艺部门在空间上存在距离,工艺人员无法实时把握铆接参数的选择。因此必须将加工中采集的大量数据进行整理和分析,以提高钻铆加工的效率和精度。同时为了提供铆接加工的协同性,有必要采用 Web 技术为自动钻铆技术的发展增加新的活力和内涵。

本课题按照企业的实际生产需求,成功地建立了基于 Web 的自动钻铆机铆接数据库。实现了对铆接中钉孔配合尺寸、干涉量等的调整优化,理想加工参数及工艺规范的自动存取,详尽报表的输出等功能。同时实现了工艺部门对铆接现场的实时控制,满足了工程应用中的实际需要。

1 系统的需求及开发方案

该企业使用改造后的 G4026SXX-120 自动钻铆机,并配合自行研制的数控托架系统对壁板进行钻铆,可以实现钻孔、划窝、送铆钉、铆接和铣平埋头铆钉钉头的自动化,但由于自行研制的数控托架在定位方面仍未实现自动化,不能根据表面形状和铆钉的位置自动确定法线方向和连接件的间距,必须进行手动调平,严重影响了加工的效率和精度。同时在铆接过程中,诸如钉孔配合尺寸、干涉量,设备之间的误差补偿等工艺问题也必须

通过人工手动试验或计算的方式获取。因此在铆接过程中需要做大量的工艺试验和计量工作,在积累大量数据的基础上才能进行编程工作和产品生产。图 1 为某企业改造后的自动钻铆机及其托架系统。



图1 企业改造的钻铆机及托架系统
Fig.1 Automatic riveting machine and bracket system after enterprise reform

由于无法对大量数据进行自动统计及分析,操作人员需耗费大量精力进行数据采集分析和加工试验的工作,而无法保证加工的质量。异地加工的方式也增加了加工成本,因而有必要开发一个基于 Web 的自动钻铆参数数据库,将用户进行大量试验所使用的参数进行统一分析、规划,找出生产所用的最优参数,并将用户的选择参数与加工所遵循的工艺规范进行分析对比,针对特定的零件给出适合加工的参数,并实现异地协同加工,便于工艺人员实时对加工进行控制。

为了对试验所使用的大量参数进行统一分析、规划,找出生产所用的最优参数,系统要求实现:(1)用户选择性地输入设备牌号、材料牌号、材料厚度、铆钉牌号和刀具牌号后,与固化在数据库中的加工工艺规范进行对比,系统可以将钻孔加工及铆接加工所需要的最优值自动反馈给用户;(2)用户输入试验测量值后,依据工艺规范的规定可以计算出偏差值,并考虑加工参数的选择情况,进而分析出钻孔和铆接等加工过程的优化值,根据偏差值的区间,判断出推荐值,反馈给用户并存入数据库;(3)用户可以将加工的合理参数打印成报表形式,用来存档和加工时查阅。

用户可以在试验件与正式工件的加工中使用此系统。在试验件的加工中,用户将加工参数(设备牌号、材料牌号、材料厚度、铆钉牌号、刀具牌号、钻孔速度和钻孔进给量等)输入系统,系统根据用户的选择和试验件的加工情况反馈出合格与否的提示及加工所用的参数优化值,用户可根据提示进行加工参数的调整,并选择性地存入数据库。在正式工件的加工中,用户既可以调

用试验件加工后所存储的加工参数进行加工,也可以重新输入钻铆中选用的参数,通过与系统中已经固化的工艺规范进行判断,选用系统反馈的加工参数进行加工。

以 SQL Server、Oracle 为代表的关系型数据库是目前应用最广泛的数据库管理系统,也是基于网络的大中型业务首选的数据库平台。综合考虑数据量、兼容性、易用性及与其他 CAM/CAE/CAPP 软件接口等因素,确定了以 SQL Server 2000 作为服务器数据库平台。

基于 B/S 模式的 Web 表示层,相对 C/S 模式的桌面软件而言,用户能更方便地查询、管理数据库中的数据,具有并发程度高、可扩展性强、与操作系统无关、最新性和一致性高、动态权限管理等优点^[3],逐渐成为网络数据库系统交互界面的首选。.NET 是微软公司大力倡导的新一代软件开发和运行平台,它提供了一个一致的面向对象的编程环境,简化了在高度分布式 Internet 环境中的应用程序开发。ASP.NET 是基于 .NET 框架的最新一代网络编程语言,为设计者提供了将软件设计和 Web 开发融为一体的全新 Web 设计概念,具有高易用性、高动态性、高安全性、高稳定性和高扩展性等特点,因此成为 Web 应用程序开发的重要选择^[4]。

通过在 .NET 平台中以 C# 语言构建 ASP.NET Web 应用程序,并结合 ADO.NET 访问 SQL Server 2000 数据库,将铆接参数数据库系统以 Web 形式进行了实现,建立了一个数据和交互页面具有跨平台、充分共享、使用方便、动态更新、功能较强等特点的铆接参数资源体系。

2 系统的组成及功能

数据库系统的设计包括需求分析、概念结构设计、逻辑结构设计和物理结构设计等阶段。由于直接采用现成的数据库管理系统,可以不考虑其物理结构设计^[5]。本铆接参数管理系统是供企业工艺技术人员和现场操作工人使用的,通过用户需求调查,确定出数据库系统所要实现的功能和流程,并考虑到今后可能的扩充和变化,规划出铆接参数数据库管理系统的功能模块流程。主要包括系统用户管理模块、加工参数管理模块、钻孔参数管理模块、铆接参数管理模块、加工参数查询模块以及打印报表模块。系统的结构流程见图 2。

2.1 系统用户管理模块

对多类型用户的管理系统而言,每一类用户的工作流程与所拥有的权限是不相同的。多用户系统的工作流程从用户登录模块开始,权限的分配也在用户登录时通过对用户进行身份认证得到初始化。身份认证可分为以下 2 个过程:(1)确认用户是否为有效的系统用户;(2)确定用户类型。第一个过程决定用户能否进入系统,第二个过程根据用户的类型决定用户的操作权限。进

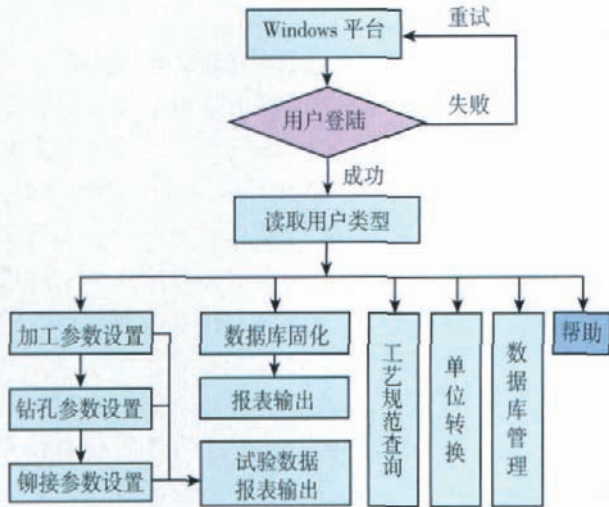


图2 系统结构流程

Fig.2 Flow of system structure

入系统后,不同类型的用户所能进行的操作亦不同,系统管理模块包括用户信息管理、权限控制等功能。权限控制虽不是一个独立存在的模块,但是它却贯穿在整个系统的运行过程当中。

本系统的用户分为2种类型:系统管理员和普通用户。系统管理员用户拥有所有的管理权限,普通用户在数据管理模块中只有查看的权限。在系统初始化时创建一个默认的系统管理员用户 Admin。Admin 用户可以创建和管理其他管理员用户和普通用户,其他管理员用户可以创建和管理普通用户,所有用户都可以管理自己的用户信息。系统用户管理模块流程见图3。

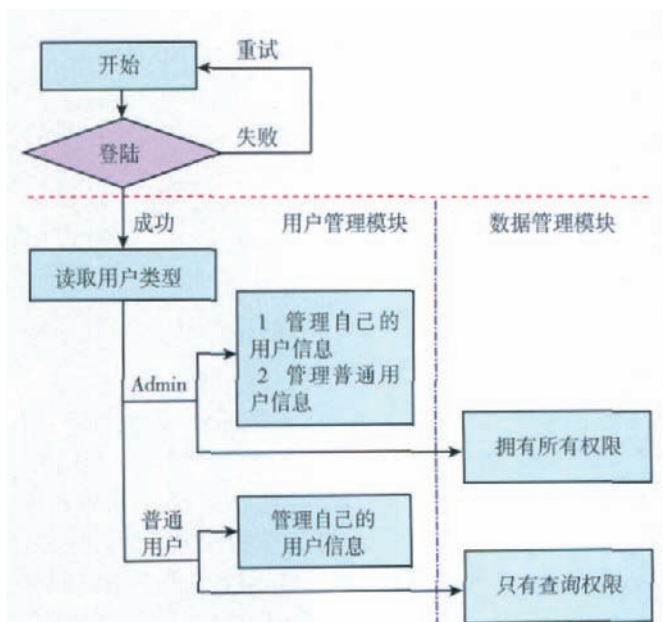


图3 系统用户管理模块结构流程

Fig.3 Flow of user management model structure

2.2 加工参数管理模块

对于铆接过程而言,涉及的参数比较多。用户在进行钻孔的过程中,选用的钻头钻速、铆接力值等参数会随着铆钉牌号、蒙皮材料等参数的变化而变化。因此,将加工所用的参数集成到统一的模块中进行管理是很有必要的。该模块的基本功能为实现加工参数的管理,如参数的增加、删除和查看等。

2.3 钻孔参数管理模块

将用户选用的钻孔参数存入数据库,并与已固化在数据库中关于钻孔参数工艺规范的规定值进行逐项对比,提示用户所选用的参数合格与否。用户可根据系统提示进行参数的调整优化。

2.4 铆接参数管理模块

用户将试验件加工时所选用的加工数据输入数据库,系统自动判断试验件加工质量的合格性,并将选用的铆接参数存入数据库,以备打印报表或实际加工时调用。

2.5 加工参数查询模块

按照用户输入的SQL查询语句,加工参数查询模块可对数据库内各数据表中的数据进行单条件或多条件查询。用户可根据查询结果进行参数的优化,提高加工的效率。

2.6 报表打印模块

用于打印查询结果、分析结果等用户需要的各种报表。

3 系统主要功能模块的实现

需求分析阶段得到的应用需求,常用E-R模型(实体—关系模型)进行概念结构设计。E-R图是E-R模型的直观表达,它将有助于更好、更准确地进行数据库的表格及其关系设计。经过自顶向下的需求分析和自底向上的概念结构设计,得到了数据库的E-R图。

按照数据系统的需求,设计出铆接参数系统的E-R图如图4所示。

根据关系型数据库的相关理论,将E-R模型在数据库中进行逻辑结构表达,最终确定数据库的主要基表。应当注意的是,关系型数据库的设计应满足数据的规范化要求,尽量避免数据冗余,增强数据库操作的鲁棒性^[6]。根据实际需求,在SQL Server 2000中建立钻孔参数、铆接参数等数据库表及其关系。

3.1 铆钉钉杆膨胀量合格性自动判断的实现

铆钉必须从试验样件上切割下来并测量以确定钉杆膨胀量。预制孔的孔径必须由试件中的通孔确定。图5是从试件中切割下来的一个铆钉的示意图。根据铆接工艺规范的规定,在贴合面(D2和D3)处大于预制

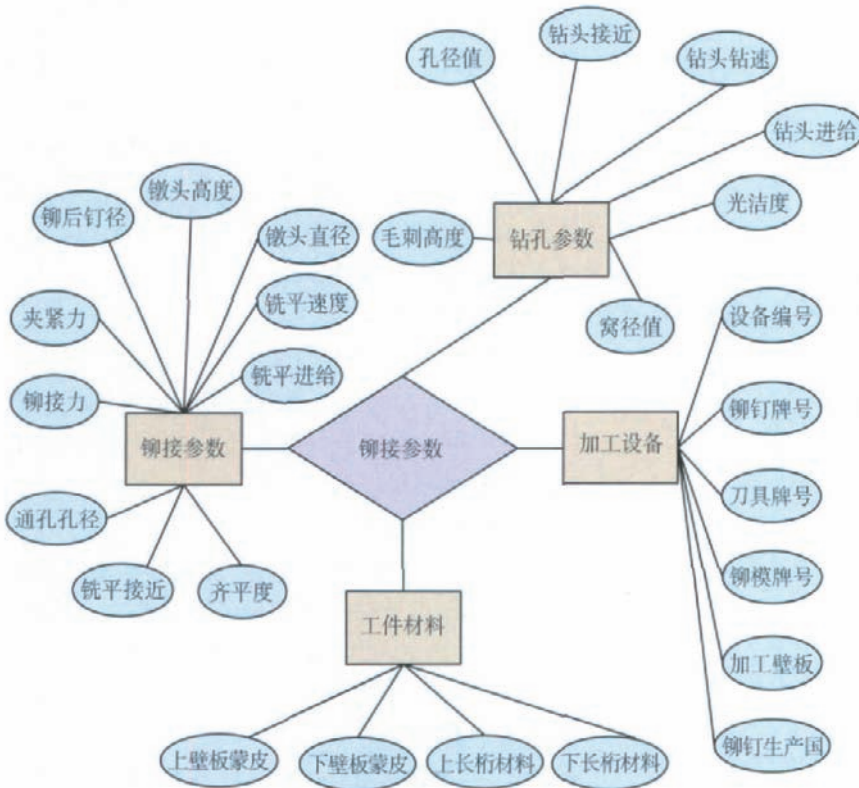


图4 铆接参数设置的E-R图
Fig.4 E-R diagram for riveting parameters setting

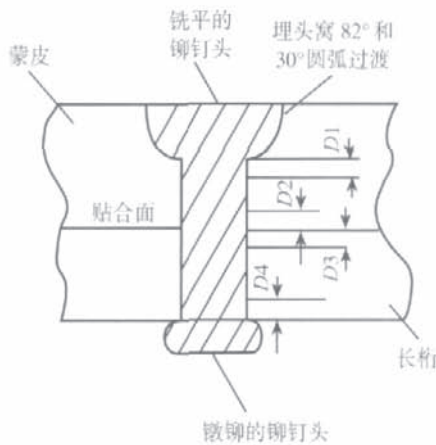


图5 孔和铆钉的测量位置
Fig.5 Measurement positions of rivet and hole

孔孔径的钉杆膨胀量必须满足一定的区间。铆钉钉杆膨胀量的合格性判断与铆接所选用的铆钉牌号及加工方法有关。

针对钉杆膨胀量合格性自动判断的要求采用了如下的实现步骤:(1)用户首先选择加工方法和铆钉牌号;(2)系统通过用户选择的加工方法和铆钉牌号在数据表中查找;(3)利用铆钉钉杆干涉量的计算公式判断合格性;(4)以消息框形式将合格性的提示反馈给用户。

户。

3.2 详细报表打印功能的实现

报表的输出是系统设计中非常重要的一个环节,对于大规模数据的查询与输出工作,显得尤为重要^[7]。报表的打印需要满足:(1)报表的实时显示;(2)报表的打印预览;(3)报表的纸质输出。图6为部分报表的设计形式。

详细报表打印功能的实现采用了与C#无缝集成的外部报表控件HappyReport。此控件能够实现清单、分组、分栏、交叉、参数、链接、图表、叠加和套打等各种类型的报表,支持VBScript或JavaScript的内置脚本编程^[8]。

4 Web应用程序的开发

利用选定的开发工具,在开发过程中将系统设计和数据库设计相结合,将行为设计和结构设计相结合,设计用户界面,编写功能实现代码。

铆接试件NAS132ADH13R1 数据记录表					
试件编号	NAS132ADH13R1	使用规格号	G4081XX-128	钻头号(国家生产)	30C 2002 8-400
上钻头	20C141-8	下钻头	40C128-6S	夹紧力 (Pa)	300
钻头转速 (rpm)	6000	钻头进给量 (mm)	20	钻头磨石 (mm)	30
铆钉转速 (rpm)		铆钉进给量 (mm)		铣刀转速 (rpm)	
压力 (kN)	700	铆钉牌号	NAS132ADH13	材料牌号和厚度	7000-17701.5-4 (GFR1) 1000-171021.5-4 (GFR1)
备注: 铆头高度: 孔系制时平均高度不得大于 1.27mm					是否合格
通孔序号	1	2	3	4	是否合格
记录(mm)					
孔: 圆孔/椭圆: 不大于 0.2mm					是否合格
通孔序号	1	2	3	4	是否合格
记录(mm)					
铆头直径: 最小直径为 0.127mm					是否合格
铆钉序号	1	2	3	4	是否合格
记录(mm)					
铆头高度: 最小高度为 1.27mm					是否合格
通孔直径	铆钉直径		绝对干涉量		是否合格
通孔序号/铆钉序号	d2	d3	D2-D3	D3-d3	

图6 报表的设计形式
Fig.6 Design form of the report

本数据库从系统功能上划分为6个部分:系统管理、加工参数设置、铆接参数设置、参数查询、数据库固化和报表输出。所涉及到的表格较多,如果对每个表都单独建立一个Web页面,页面繁多,工作量较大,代码也较为臃肿,因此,开发过程中进行了整合,将钻孔参数管理与铆接参数管理页面动态实现,查询功能由“数据库查询”页面动态实现,用户在操作时,选择所要操作的对象表格由单击左端的操作树实现。系统具有较强的人机交互。

