

复合材料典型加工结构工艺数据库系统的设计与实现^{*}

Design and Implementation of Composite Material Database System of Typical Structure and Processing Technology

北京航空制造工程研究所 钟佳涛 王晓丽

[摘要] 围绕航空航天等领域碳纤维复合材料关键零件制造需求,针对复合材料构件的孔、开口和切边等典型加工结构,分析并优化复合材料典型结构加工的刀具和工艺参数。构建了包含加工专用刀具、典型加工结构、加工损伤与质量评价、加工工艺参数以及加工工艺方法在内的可集成、网络化、开放性、易于扩充的典型加工结构高效加工工艺数据库。

关键词: 碳纤维复合材料 典型加工结构 工艺数据库

[ABSTRACT] According to the requirements in key part manufacturing of carbon fiber composites in the field of aerospace, the typical structures including the holes, opening and trimming of the composites material component are analyzed and the typical processing tools and process parameters of structures in composite material are optimized. An integrated, network, open, easy to extend typical structure of efficient processing technology database is constructed including the processing tools of carbon fiber composites, the typical processing structure, processing and quality evaluation of damage, processing parameters and processing methods.

Keywords: Carbon fiber composites Typical processing structure Processing database

碳纤维复合材料作为一种先进的复合材料,具有重量轻、模量高、比强度大、热膨胀系数低、耐高温、耐腐蚀、耐热冲击等一系列优点,在诸如飞机机翼、大型运载火箭舱段、航天飞行器舱体等航空航天与国防军工新产品的研制和生产中得到越来越广泛的应用。但碳纤维复合材料构件的制备特点导致其力学性能呈各向异性,层间强度低,且碳纤维的硬度高、强度大,在机械加工过程中极易产生毛刺、分层、撕裂等缺陷,属于典型的难加

工材料^[1]。因此,需要提出少、无缺陷的高效制孔新方法与新工艺,并研制和开发出先进适用的碳纤维复合材料加工专用刀具及其高效加工工艺数据库,最终形成具有创新性和实用价值的大型碳纤维复合材料构件数字化加工工艺技术。

本课题围绕碳纤维复合材料关键零件的制造需求,主要针对复合材料构件的孔、开口和切边等典型加工结构,构建包含碳纤维复合材料加工专用刀具、典型加工结构、加工损伤与质量评价、加工工艺参数以及加工工艺方法在内的可集成、网络化、开放性、易于扩充的典型加工结构高效加工工艺数据库。

1 系统的结构设计

1.1 系统的功能特点

复合材料典型加工结构工艺数据库系统从复合材料加工中涉及的复合材料典型加工结构、专用刀具、加工工艺参数、典型零件加工工艺方法以及加工损伤与质量评价等方面对复合材料的加工工艺数据进行分析,构建复合材料加工工艺数据模型^[2]。针对以往数据库系统缺乏有效管理、服务意识模糊的缺点,专门开发了数据库的数据管理平台。通过权限管理、数据操作、用户管理3个模块来实现管理员对数据的高效管理。

应用系统不仅包含了通常的对数据源中的数据进行增删改查的基本功能,并提供了一种灵活定义加工结构、专用刀具和质量评价属性的方式,该方式可根据不同的加工结构、刀具或质量评价类型,定义不同的几何参数或质量属性表征值,增强了数据定义的可扩展性,丰富了结构库、刀具库与质量属性库的内容。此外,针对工艺参数管理模块,系统不仅可以用户使用加工结构、刀具类型或材料等基本信息进行工艺参数的查询,还支持根据质量属性值的大小关系进行分析筛选,查询出用户关心的内容,为质量评价提供依据。对于数据源的新增和查询,系统还支持表单记忆功能,用户在进行新建或查询操作时可以指定系统自动生成上一次操作

^{*} 国家高技术研究发展计划(863计划)项目(2009AA044304)资助。

的新建或查询表单,稍作修改后即可提交,方便了用户对于相似数据源信息的录入以及频繁的查询操作。

针对复合材料数据库系统的数据源信息量大,数据频繁交叉使用的特点,应用系统提供了数据源追溯功能。任何通过系统定义的数据源信息(如典型加工结构信息、刀具信息等)在工艺参数的定制或工艺过程中被应用时,系统会自动生成该数据源的标注。通过该标注,用户能够很方便地追溯到该数据源的具体信息。对于未通过系统定义生成的数据源信息,在进行追溯时,系统也会给出相应的提示。

1.2 系统模块设计

复合材料典型加工结构工艺数据库系统采用基于 Struts2.0 组件的 B/S 构架,总体框架图如图 1 所示。系统接收来自客户端的访问请求,通过 JSP 应用程序与碳纤维复合材料数据库的服务器进行数据交互,最后将得到的数据信息发送给客户端,完成该用户的请求^[2]。

数据库系统主要包括复合材料典型加工结构、复合材料加工专用刀具、复合材料加工损伤表征与质量评价、加工工艺参数管理以及加工工艺方法管理 5 部分,总体结构图如图 2 所示。

其中,典型加工结构的基本定义和加工结构管理构

成典型加工结构模块,主要针对碳纤维复合材料加工中涉及的孔、开口和切边等加工结构,对其结构特征、结构分类以及结构主要几何参数进行分类管理。

加工刀具基本定义和刀具管理构成加工专用刀具模块,主要针对碳纤维复合材料加工研制的专用刀具建立专用刀具管理系统,对刀具的结构、几何参数、切削参数、涂层材料以及磨损特性等方面进行管理。

加工损伤表征与质量评价管理模块主要针对碳纤维复合材料加工时易产生的缺陷以及加工损伤和质量

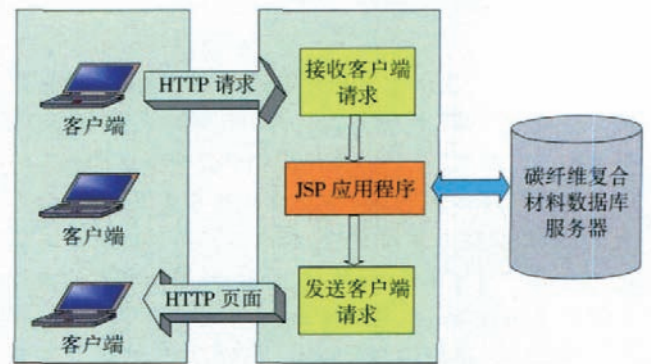


图1 系统总体框架
Fig.1 System general framework

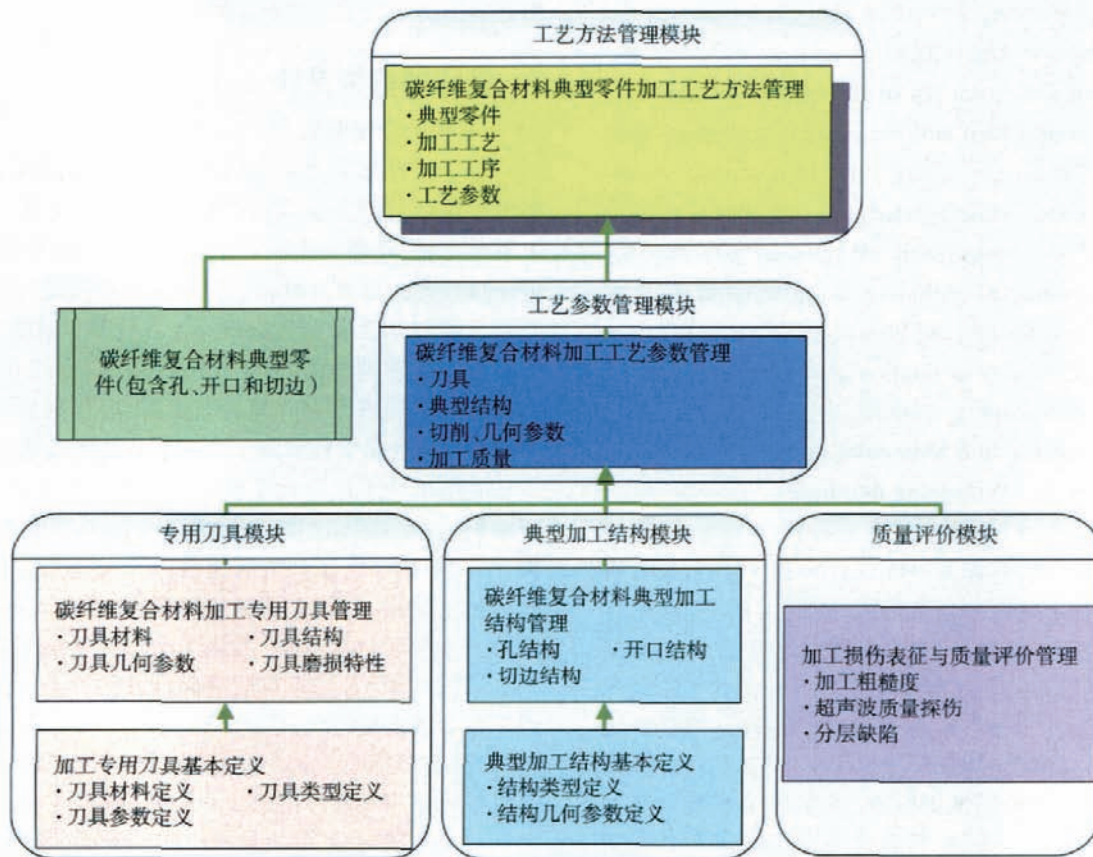


图2 系统总体结构
Fig.2 System general architecture

评价标准,建立碳纤维复合材料标准加工损伤分类以及质量评价方法管理系统。

工艺参数管理模块主要针对碳纤维复合材料典型加工结构在加工过程中涉及的专用刀具、切削参数等,建立典型加工结构工艺参数管理系统^[3]。

工艺方法管理模块是在碳纤维复合材料典型加工结构工艺研究的基础上,针对包含孔、开口和切边等典型加工结构在内的典型零件,建立典型零件工艺方法管理系统。

1.3 数据库结构设计

复合材料数据库的数据采用 Oracle10g 进行存储。Oracle 具有完整的数据管理功能,而且支持各种分布式功能和各种 Internet 处理。Oracle 提供了一套界面友好、功能齐全的数据库开发工具,具有可开放性、可移植性、灵活性等特点。特别是在 Oracle10g 中,支持面向对象的功能,支持类、方法和属性^[4]。

数据库设计中除了用户管理功能的表单之外,共有 11 张负责处理业务逻辑的表单。本系统的业务数据存储于这 11 张表中。它们分别是加工结构类型表、加工结构信息表、刀具类型表、刀具参数表、刀具材料表、刀具信息表、切削参数表、工艺参数表、质量评价表、工艺流程表和加工工序表。这些表在构成上都存在一定的从属性,例如:刀具信息表中的类型、参数和材料信息分别从刀具的 3 个基本信息表(类型表、参数表和材料表)中获取,而刀具具体信息又成为工艺参数中的 1 个关键

字段。为了区别数据在表中的唯一性,为每个表设计了 1 个主关键字即主键 id。由于表之间存在关联关系,通过主键和外部键关系构成关系数据库。图 3 表明了数据库表之间的逻辑关系。

2 系统的开发技术与实现

2.1 系统开发框架

复合材料典型加工结构高效加工工艺数据库采用基于 Struts2.0 组件的 MVC (Model-View-Controller) 框架模式进行开发。通过这种设计模型把应用逻辑、处理过程和显示逻辑分成不同的组件实现。这些组件可以进行交互和重用,大大降低了系统模块之间的耦合性,提高了系统的可扩展性以及可维护性。MVC 中的 V(客户端页面 View)部分采用 JSP 技术完成,并采用了最新的 JavaScript 类库 JQuery 进行客户端处理,大大增强了系统的效率和页面表现的丰富性。

2.2 系统 UML 建模

系统采用统一建模语言(Unified Modeling Language, UML)进行逻辑建模^[5]。根据 MVC 模式的开发特点,将系统结构划分为控制类、逻辑类和实体类 3 部分。其中控制类(Action 类)属于 MVC 中的 C(执行控制 Controller)部分,负责系统的执行逻辑。逻辑类和实体类共同组成了 MVC 中的 M(逻辑实体 Model)部分,负责系统的业务逻辑和数据实体的存取。该系统基于 MVC 模式的类图如图 4 所示。

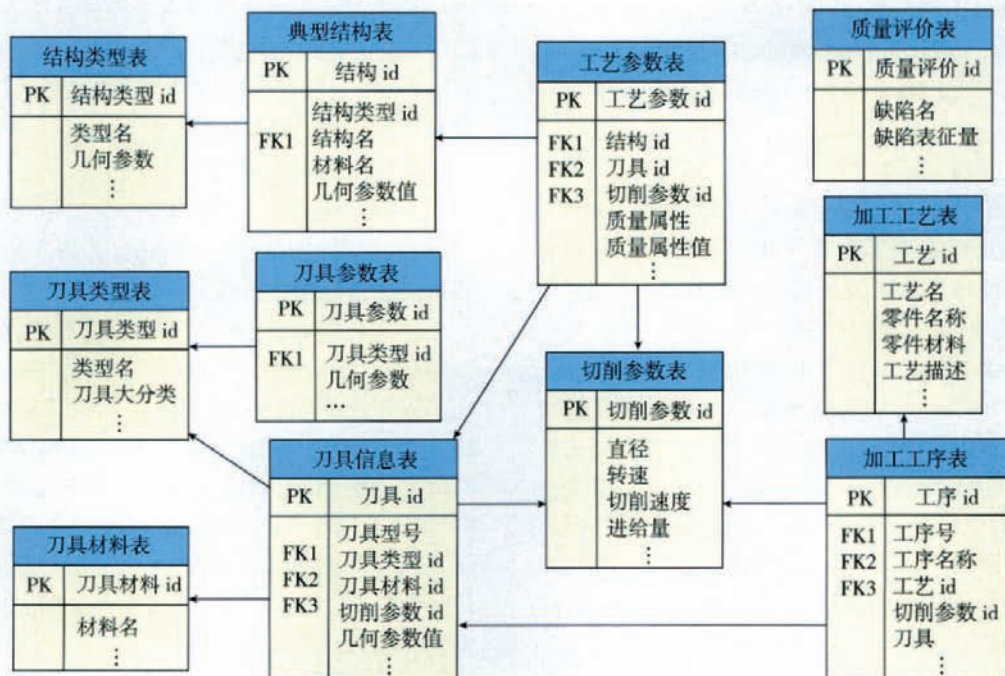


图3 数据库表关系

Fig3 Database table relation

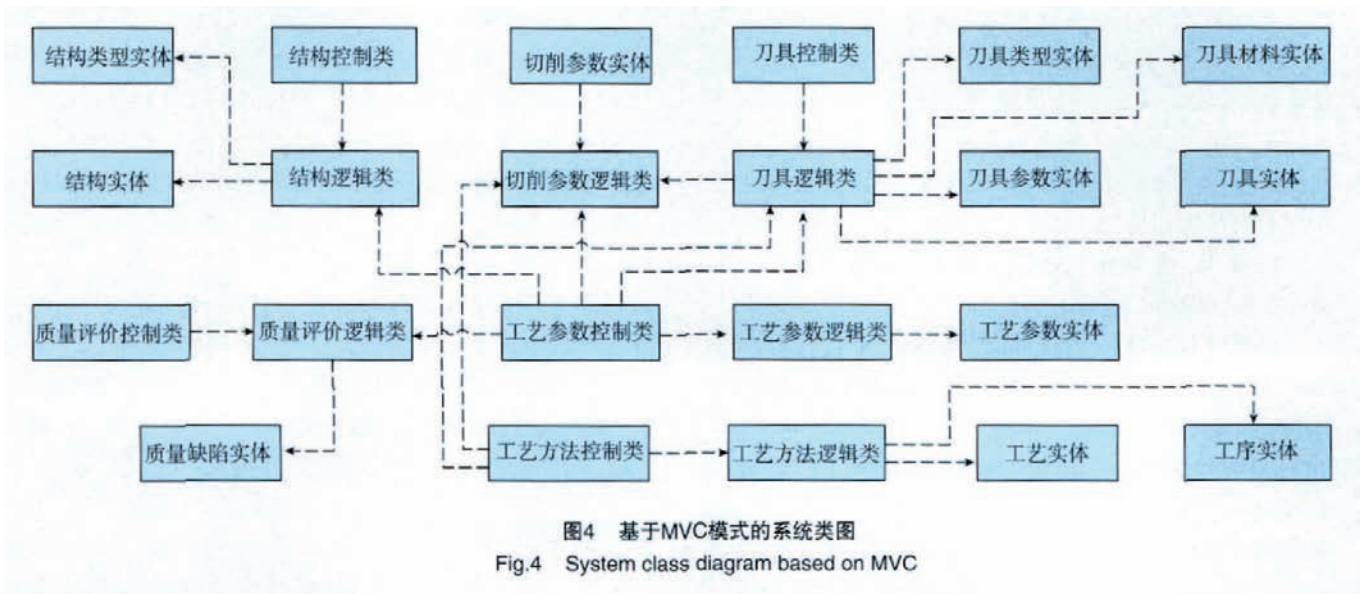
(下转第 125 页)

而且根据数据包每次选择路由的不同,这一延时时间也有所不同。这就意味着连续发送的两个数据包可能由于选择传输路由的不同,导致接收方接收数据包的顺序的并不是数据包发出的顺序,后发出的数据可能会先到。为解决这一问题,对于数据包先后顺序敏感的数据传输过程,需要对用户通讯协议层为往复的数据包进行编码,软件系统将根据数据包的编码纠正由于数据传输延时导致的应答数据顺序混乱问题。

7 结束语

GPRS 技术将覆盖广泛的无线网络与 Internet 网络建立了连接,同时还提供了廉价易用的通讯解决方案。经济实用的解决方案,这是一种非常经济实用的解决方案,如对于有线网络难于覆盖的广大地区,可以实施远程监控。随着物联网的兴起,这一技术必将得到进一步的发展和应用。
(责编 飞翔)

(上接第 107 页)



2.3 系统运行实例

系统以 Sun 公司的 Java 开发集成工具 NetBean6.8 为前台开发工具,设计界面平台,采用 JDBC 技术访问底层数据库,除了实现数据管理、数据查询等基本的数据操作功能外,主要是面向碳纤维复合材料的加工工艺,针对不同的加工结构、专用刀具和相应的质量属性缺陷值选择合适的工艺加工参数进行分析。系统运行实例如图 5 所示。

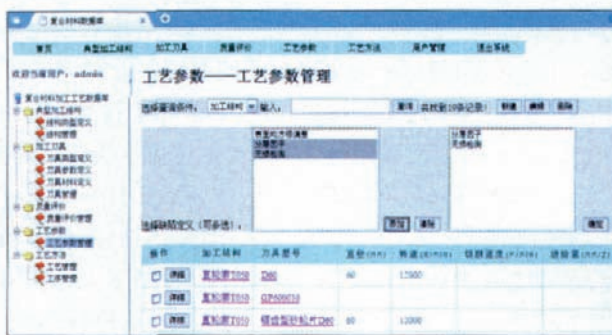


图5 系统运行实例
Fig.5 Running instance of system

3 结束语

复合材料典型加工结构高效加工工艺数据库系统采用 B/S 结构, UML 语言进行数据库逻辑建模。在构建数据库的基础上,开发了前台界面,并集成了包括基于工艺参数分析模块在内的各种功能模块。数据库的建立将为碳纤维复合材料加工工艺的研究和应用提供一个高效的数据存储、访问和分析的平台,并将推动这一领域的研究更深入进行。

参考文献

- [1] 益小苏. 先进复合材料技术研究与发展. 北京: 国防工业出版社, 2006.
- [2] 赵庆兰, 吕毅. 航空先进复合材料数据库系统的设计开发. 飞机设计, 2008, 28(6): 31-34.
- [3] 张厚江, 陈五一. 碳纤维复合材料切削机理的研究. 航空制造技术, 2004(7): 57-59.
- [4] 马晓玉. ORACLE10 数据库管理, 应用与开发标准教程. 北京: 清华大学出版社, 2007.
- [5] 牛丽平. UML 面向对象设计与分析(基础教程). 北京: 清华大学出版社, 2007.

(责编 良辰)