

# 型材拉弯成形工艺知识库研究与开发<sup>\*</sup>

## Study and Development of Process Knowledge Base for Profile Stretch Bending

西北工业大学陕西省数字化制造工程技术研究中心 张 磊 刘 闯 王俊彪

**[摘要]** 知识库是实现工艺知识的系统化、规范化管理的有效方法。针对型材拉弯成形工艺知识,建立了型材拉弯工艺知识分类模型和工艺参数实例表达方法,设计了基于权限控制的分布式知识管理方法,并在此基础上构建了B/S架构的型材拉弯工艺知识库系统。分析表明,该知识库可以有效提高型材拉弯成形工艺设计的效率和质量。

**关键词:** 型材拉弯 工艺知识 拉弯工艺参数表达 知识库 B/S架构

**[ABSTRACT]** The knowledge base is an effective method to achieve the systematic, standardized management for the process knowledge. According to profile stretch bending process knowledge, the profile stretch bending process knowledge category model and the expression methods of instances of process parameters are established, and the distributed knowledge management approach which is based on access control is designed. Synchronously B/S structure profile stretch bending process knowledge base systems are built. Analysis shows that the knowledge base can effectively enhance the efficiency and quality of profile stretch bending process design.

**Keywords:** Profile stretch bending Process knowledge Profile stretch bending process parameter representation Knowledge base B/S architecture

型材拉弯成形工艺以其成形精度高、表面质量好而在汽车和飞机的型材弯曲件的制造中得到越来越广泛的应用。飞机结构的钣金件中大约有25%~40%是用挤压型材加工成的<sup>[1]</sup>,其成形质量直接关系到飞机的装配精度及使用寿命。型材拉弯工艺过程包括工艺性评估、毛坯展开、制造指令设计、模具设计、工艺参数设计以及零件成形加工等,型材零件制造是知识需求密集的过程。传统的型材拉弯零件制造模式严重依赖人的经验,这些经验往往存在于人脑之中,没有以一种适当的形式固化下来,不能实现知识的积累、共享和管理,不利于企

业的可持续发展。近年来,基于知识的工程(Knowledge Based Engineering, KBE)在制造中的应用迅速发展,知识获取、表达和使用是其关键技术<sup>[2]</sup>。知识表达的目的在于把人类的知识进行逻辑表示,采用有效的数据结构,物理地表示并存储到计算机中,以便灵活地操作所存储的知识<sup>[3]</sup>。通过研究知识表达的方法以建立知识库来管理制造知识是知识使用的基础。

型材拉弯工艺知识包括工程设计标准规范、工艺设计知识、成形加工知识等多种知识,只有系统、科学地分类,才能根据各基本类型型材拉弯工艺知识特点在计算机形式化。因此,需面向零件制造全过程对型材拉弯工艺知识分类和表达。文献[4]提出了钣金制造知识的系统化建模方法,在建立知识分类层次模型的基础上对知识形式化表示。型材拉弯工艺知识分类模型可在此基础上进一步研究。

知识库是用来存放知识的实体,知识的更新、访问和查询均离不开知识库的支持。知识库系统一般具有知识维护、知识匹配和知识修正等功能。当前的知识库系统架构主要有C/S架构和B/S架构。B/S架构是随着Internet技术的兴起、对C/S架构变化或者改进的架构,已经成为主流的系统架构。B/S架构提供一个跨平台的、简单一致的应用环境,便于用户群的扩展、变化及应用系统的管理<sup>[5]</sup>。

本课题将型材拉弯所需的工艺参数、材料参数,以及工艺人员在实际生产中积累的大量工艺经验、方法,以合理的层次结构组织起来,基于B/S架构构建知识库,采用基于权限控制的分布式管理方法开发知识库系统,方便工艺人员的查看与使用,实现型材拉弯工艺知识库的统一规范化管理。

## 1 面向制造全过程的型材拉弯工艺知识表达

### 1.1 型材拉弯成形工艺知识分类模型

型材拉弯成形工艺知识模型的建立是型材拉弯成形工艺知识整理和存储的基础,其主要任务是分析工艺知识的组成和表达。

如图1所示,型材拉弯制造过程包括2个相互联系的子过程:工程设计过程和生产工艺过程。工程设计过程包括设计型材拉弯制造模型、制造指令、成形模具等

<sup>\*</sup> 基金项目:国家自然科学基金项目(51005185);国防基础科研资助项目(D0620060428)。

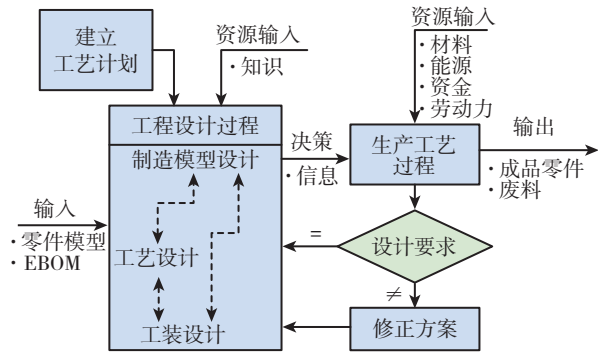


图1 型材拉弯零件制造过程  
Fig.1 Manufacturing process of profiles stretch bending parts

制造要素；生产工艺过程是型材拉弯零件成形所需全部生产过程的综合。

型材拉弯工艺知识是贯穿于型材拉弯零件制造全

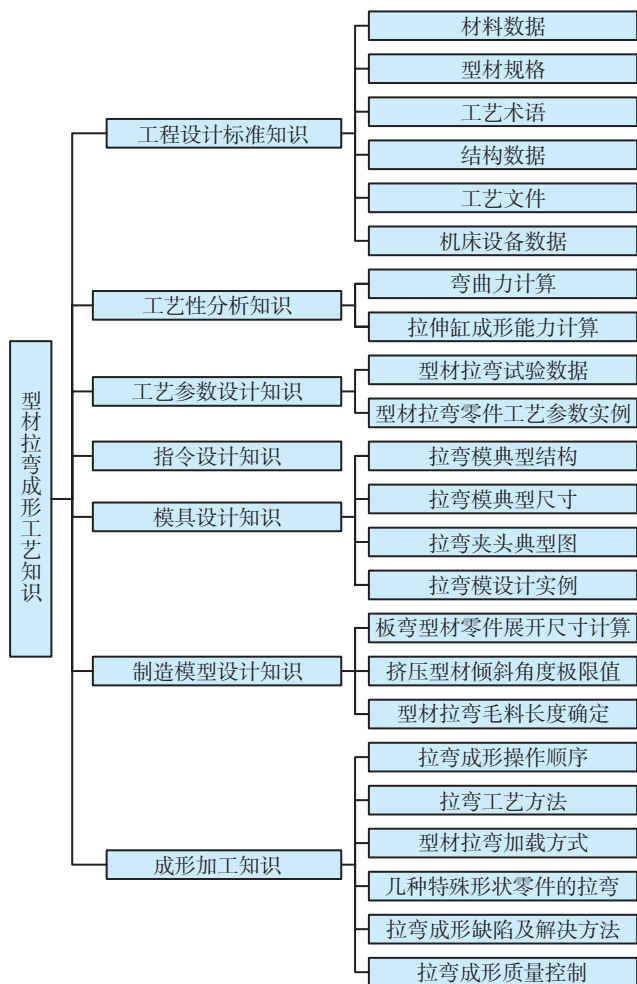


图2 型材拉弯工艺知识分类模型  
Fig.2 Knowledge category model of profile stretch bending process

过程的与制造相关的知识。各类型材拉弯成形工艺知识的形式、来源和使用主体不同。根据型材拉弯零件制造的业务过程以及系统的需求和数据特点,将型材拉弯工艺知识进行分类,如图2所示。

### 1.2 型材拉弯工艺参数实例表达

型材拉弯成形工艺参数是型材拉弯成形的关键。准确地表达型材拉弯工艺参数实例,可以方便地对工艺参数进行存储和管理,同时将包含在工艺参数中的经验提取出来,为型材拉弯工艺参数的设计提供支持。如图3所示,型材拉弯工艺参数实例表达主要包括零件工程信息、工艺参数信息、零件几何信息以及模具几何信息。

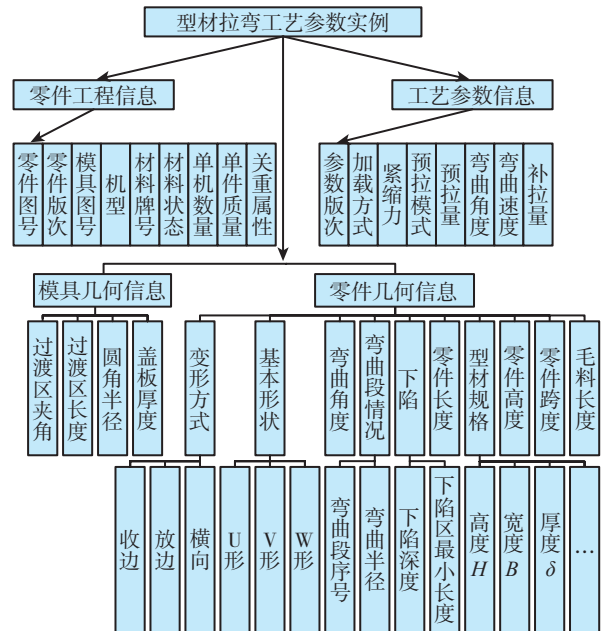


图3 型材拉弯工艺参数实例模型  
Fig.3 Instance model of profile stretch bending process parameters

针对型材拉弯零件的特点,通过对不同的型材拉弯零件进行对比可以发现,不同的型材拉弯零件所包含的工程信息和工艺参数信息基本相同。零件工程信息包括零件名称、零件图号、零件版次、模具图号、机型、材料牌号、材料状态、单机数量、关重属性等。工艺参数信息包括:版次、加载方式、紧缩力、预拉量、弯曲角度、弯曲速度、补拉量等。由于这两部分特征信息相对固定,可以对这两部分特征采用统一的表达方式。

模具几何信息和零件几何信息是型材拉弯工艺参数设计的关键。因此,需要对所定义的几何形状特征进行数值描述,但并不是所有的几何形状特征都可以或需要进行数值描述,需要进行数值描述的是指那些对型材拉弯成形过程有着重要影响的几何形状特征。其中模具几何信息中的成形过渡区夹角、过渡区长度、圆角半

径以及盖板厚度等,以及零件几何信息中的弯曲角度、型材规格、零件长度、零件高度、零件跨度、毛料长度等,可以直接进行具体的数值描述。然而,作为影响工艺参数的关键因素之一的零件外形轮廓,难以用数值表达,即使表达出来,也必然会造成大量的信息冗余或特征信息应用困难。针对型材拉弯零件的几何特点,采用特征技术对型材拉弯零件外形轮廓的结构要素进行提取,如变形方式、基本形状、弯曲段情况和下陷等。

## 2 基于权限控制的知识管理

知识管理就是企业对其所拥有的知识资源进行管理的过程<sup>[6]</sup>,包括如何识别、获取、开发、分解、储存、传递知识。通过知识管理,可使之在企业的创新中发挥作用<sup>[7]</sup>。

### 2.1 角色权限定义

从型材拉弯零件的制造过程可以看出,型材拉弯成形是一个由多部门协作的过程。在制造过程中,人员由于所处的部门不同或者在型材拉弯零件制造过程中所处的阶段不同,从而承担着不同的角色,角色是和型材拉弯成形相关的人员所具有的权限和责任的表征。在型材拉弯零件制造过程中,相关业务部门的人员由于角色不同,对型材拉弯成形工艺知识库有着不同的操作权限。

有效地管理型材拉弯成形工艺知识,需要对企业内部和型材拉弯成形工艺过程相关的部门和人员进行角色定义,并对其操作权限进行划分。在业务过程中,知识管理一般由知识产生部门执行。按照基于权限的访问控制方法,设计不同的知识管理权限,通过赋予具有一定岗位职责的技术人员一定的角色,使之具有某种权限以访问指定系统。不同的角色针对型材拉弯成形业务过程的不同阶段,对型材拉弯成形工艺知识库拥有不同的操作权限,知识库管理员通过网络可对工艺知识进行定制、借用、修改,以此来实现知识库的维护,确保型材拉弯工艺知识库的有序性、安全性和保密性。表1为知识管理角色-权限定义模型。

表1 型材拉弯工艺知识管理角色-权限定义(部分)

知识类别		制造指令设计知识	工艺参数设计知识	成形模具设计知识
钣金厂	技术主任	审定	审定	
	工艺组长	校对	校对	
	工艺员	编辑	编辑	
工装所	所长			审定
	组长			校对
	设计员			编辑

### 2.2 更新流程定义

根据知识的种类和部门角色划分,工艺知识更新分为二级和三级工作流程。(1)知识的二级更新流程:知识的添加、修改或删除操作后,经过审定后直接入库。(2)知识的三级更新流程:知识的添加、修改或删除操作后,经过校对、审定后入库。

以工艺参数设计知识管理为例,知识更新的三级工作流程如图4所示。

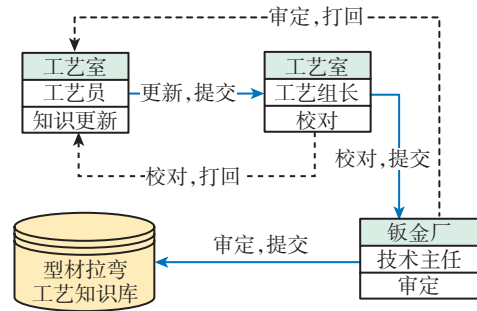


图4 工艺参数设计知识更新流程

Fig.4 Update process of profile stretch bending process design

## 3 基于 Web 的型材拉弯成形工艺知识库系统

### 3.1 知识库系统总体结构

型材拉弯成形工艺知识库系统总体结构如图5所示,可以分为4个层次:支撑层、数据层、应用层和用户层。其中,支撑层为型材拉弯工艺知识库系统的构建提供物理基础;数据层为型材拉弯工艺知识库;应用层是提供系统的各种功能;用户层向用户提供可视界面,为用户应用知识提供指导并提供接口。

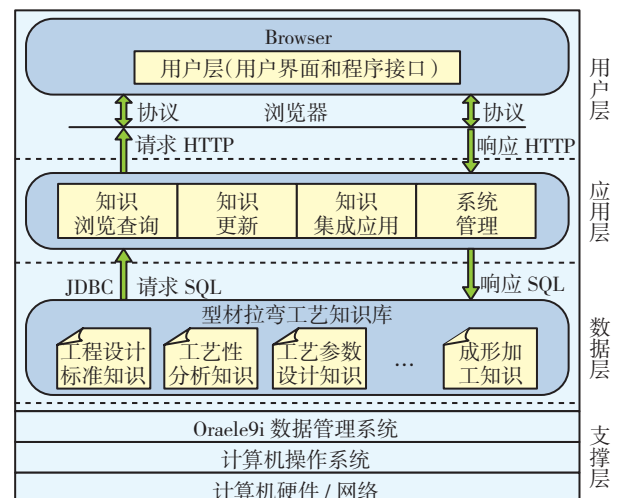


图5 型材拉弯工艺知识库系统总体结构

Fig.5 General structure of profile stretch bending process knowledge base system

3.2 知识库的充实

型材拉弯工艺知识分布于企业的标准规范、手册、工艺文件、记录本、数据库、专家的头脑等各种载体之中。建立知识库就要获取这些源头分散和各异的知识,按照知识的表示方法填充到数据库中。知识类型不同,获取方法也不尽相同。知识的充实如表 2 所示。

表2 知识充实

知识类别	知识来源
工程设计标准规范知识	国家标准、行业标准、企业标准及工艺文件
工艺性分析知识	工艺文件、经验公式
工艺参数设计知识	工艺参数实例
指令设计知识	指令文件
模具设计知识	经验公式、设计手册
制造模型设计知识	经验公式、工艺要求
成形加工知识	专家知识

3.3 开发工具及系统界面

本系统采用 Eclipse3.2 和 Dorado5 作为主要开发工具。Eclipse 是一种通用工具平台,普遍适用开放式扩展 IDE,它提供了功能丰富的开发环境,允许开发者高效地创建一些能够无缝集成到 Eclipse 平台中的工具。Dorado 是 J2EE Web 应用表现层的运行平台与开发平台,是快速创建 Rich Internet Application 的表现层解决方案,提高了 Web 应用的系统可用性与开发效率。系统界面如图 6 所示。

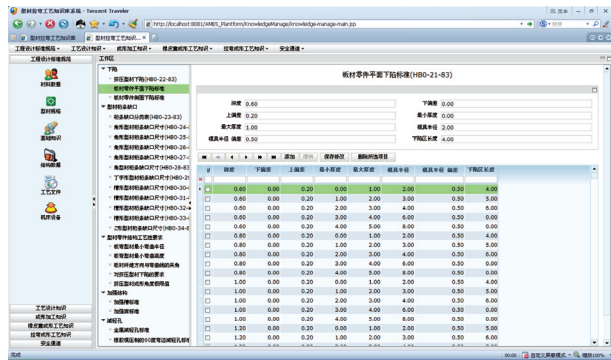


图6 系统界面

Fig.6 System interface

4 结束语

本文对型材拉弯工艺知识进行系统的研究,将原来分散的型材拉弯工艺知识进行归纳总结,以一定的数据分类原则和建库规范为指导,构建型材拉弯工艺知识库,实现了基于权限的工艺知识管理,以及各类工艺知识的积累、继承和共享。

在后续的研究里,以型材拉弯工艺知识库为基础,

研究知识的重用方法,在充分考虑分布式环境下的信息集成、过程集成以及人员集成的情况下,开发针对型材拉弯的工艺指令设计和成形模具设计系统,实现型材拉弯成形工艺设计的数字化、智能化和集成化,为型材拉弯成形工艺过程提供全面的支持,以提高型材拉弯工艺设计效率和成形质量。

参考文献

- [1] 臧鹏博. 型材拉弯研究 [D]. 西安: 西北工业大学, 2002.
- [2] 陈军, 石晓祥, 赵震, 等. KBE 关键技术及其在现代模具智能设计中的应用. 锻压技术, 2003 (4): 47-50.
- [3] Oles F J. An application of lattice theory to knowledge representation. Theoretical Computer Science. 2000, 249 (1): 163-196.
- [4] 刘闯. 面向飞机钣金数字化制造的知识重用方法研究与应用 [D]. 西安: 西北工业大学, 2006.
- [5] 陆兴海. 飞机钣金件工程设计协同平台研究与开发 [D]. 西安: 西北工业大学, 2007.
- [6] 庞士宗, 肖平阳, 唐加福. 产品数据管理 [PDM]——现代企业信息化管理与集成的理想平台. 北京: 机械工业出版社, 2001.
- [7] 张科杰, 袁国华, 彭颖红. 知识表示及其在机械工程设计中的应用探讨. 机械设计, 2004, 21 (6): 4-6, 27.

(责编 小颖)

(上接第 70 页)

其最大热应力为工作第 15s, Von Mises 热应力值为 39.987MPa。各时刻最大计算热应力随时间变化的曲线如图 5 所示。

7 静热联合计算应力

同时作用静力载荷和温度分布函数,再使用 MSC/Nastran 求解器 SOL101 计算得到各时刻的静热组合应力,其最大静热组合应力计算值为 42.092MPa,作用时间为工作的第 15s。各时刻的静热联合应力云图见图 6。各时刻最大静热联合应力随时间变化的曲线见图 5。

根据上面的分析结果可以看出热应力比静应力大的比较多,材料破坏往往可能因热应力过大而导致。因此对产品进行热分析是必要的,在结构设计强度应力分析时,必须进行热应力分析或静热组合应力分析工作。

8 结束语

由此可见,利用有限元分析软件 MSC/Nastran 可以很容易对工作于复杂环境中的产品进行温度场分析,根据分析得到的温度分布函数,利用相应的 MSC/Nastran 求解器计算热应力,从而分析产品各部位的热应力以及静热组合应力。根据应力分析结果指导产品设计和产品试验,为实际工作提供可靠的理论依据,在工程实际中具有巨大的应用价值。

(责编 良辰)