

基于知识驱动的航空钣金件 工艺设计服务应用体系*

Process Design Service Application System of Aircraft Sheet Metal Part Based on Knowledge Driving

中航工业江西洪都航空工业集团有限责任公司 负周会 徐 龙 宋利康 熊 杰 刘青铨 付 彬



负周会

中航工业洪都制造工程部高级工程师,主要从事公司制造信息化技术研究、信息化规划编制、信息化系统建设及制造知识工程研究。2010年至今发表学术论文9篇。

知识是信息经过加工整理、解释、挑选和改造而形成的人们对客观世界的规律性的认识,是人们为了完成某项任务和创造新的信息要在实践中运用的信息^[1]。钣金工艺知识是将实现钣金零件的制造而采取的具体加工方法,以产生规则和其他形式所表示的知识集合。通过对钣金工艺知识获取及钣金工艺知识表示

通过对钣金工艺知识获取及钣金工艺知识表示的研究,形成了钣金工艺知识获取-表示本体模型。为钣金工艺数据库的完善,钣金工艺知识库的构建提供了丰富的素材,奠定了技术基础。

的研究,形成了钣金工艺知识获取-表示本体模型。为钣金工艺数据库的完善,钣金工艺知识库的构建提供了丰富的素材,奠定了技术基础。

在现代工艺设计系统中,知识库和基于知识驱动的应用服务扮演着至关重要的角色,企业在对制造信息化技术的大力推进过程中,企业的决策层和知识工程师们逐渐认识到,如果不能对信息和知识进行有效开发与组织,那么将无从对企业中宝贵的知识进行高效管理;同时,如果不能对基于知识驱动的工艺设计服务应用体系进行科学、合理和高扩展性的规划与构建,那么智能化的工艺设计服务应用将无从谈起,知识所创造的核心价值也将无从体现。

钣金工艺数据库研究现状

中航工业洪都通过国防基础科研课题——钣金数字化制造技术项目的研究,在“十五”期间,开发了飞

机钣金件工程设计软件,初步实现了航空产品钣金件工艺设计过程的数字化;通过对钣金件软件平台的整合,搭建了一体化的钣金件工程制造集成平台。

钣金工艺数据库首先解决了数字化钣金工艺设计过程的数据库支持问题,在很大程度上提升了工艺设计的效率和质量,实现了钣金工艺智能化设计能力从无到有的跨越(图1)。

本文将借助知识工程的视角,在运用本体技术的研究方法,在建立钣金工艺领域本体概念体系及其相互关系的基础上,通过数据编译,对钣金工艺数据库进行结构分析与优化^[2];通过数据挖掘(Data Mining)^[3]与知识共享,进而形成航空产品钣金件工艺知识库,为实现钣金零件工艺设计过程的智能化,做好基础技术储备。这将一改过去以经验及反复试验为主的生产方式,改善钣金件成形质量,从根本上提升了我国国防工业

* 国防基础科研项目(A0520110035)资助。

编码	零件细类名称	英文名称	零件粗类名称
111001	风挡骨架		复杂异形零件
111002	圆形机头罩		复杂异形零件
11101	隔框		框肋
11102	框缘		框肋
11103	翼肋		框肋
11201	机身		蒙皮
11202	机翼		蒙皮
11203	进气道		蒙皮
11204	发动机短舱		蒙皮
11205	翼尖		蒙皮
11206	整流片		蒙皮
11301	机翼		整体壁板
11302	尾翼		整体壁板

图1 航空产品钣金工艺数据库

航空产品钣金件制造技术水平,为航空产品型号研制提供强有力的支撑。

钣金工艺知识库

钣金工艺知识库是根据钣金零件的结构特征、加工参数、制造资源和典型工艺规程等知识为分类对象,以计算机软硬件设备进行的钣金知识的标准化、规范化存储。它包括标准术语知识库、典型工艺参数知识库、指令设计知识库和工艺规则知识库等。

1 概念体系是钣金工艺知识库构建的基础

钣金工艺术语集是钣金工艺领域本体基本的组成部分,是对钣金工艺概念的标准化描述^[4],是实现知识表示和重用的基础(Infrastructure)。在已获取的钣金工艺领域概念及其相互关系的基础上,将新增的工艺术语,补充到钣金工艺领域本体中,并对术语集进行冗余性及多义性检查与维护,实现钣金工艺领域概念和关系的规范化描述。

2 钣金工艺知识库架构设计

以钣金工艺术语集作为钣金工艺本体概念体系的基础,以钣金工艺术语集为核心,以术语的属性(工艺参数、材料)及其相互关系(分类、型谱)逐步建立起包括属性模型和

关联模型的基于本体的知识库模型;采用规范化的概念为标准,采用数据库建模辅助工具进行数据库模型的概念设计和逻辑设计;通过建模工具与数据库管理系统的功能接口,将数据库物理模型映射生成实体数据库(数据库表、视图等),以此方式实现钣金工艺知识库的设计。

3 钣金工艺知识库的构建

在钣金工艺数据库的基础上,按照上文提出的钣金工艺知识获取模型,参照本体的一致性检查要求,对于已有的工艺数据,删除冗余信息,按照规则、典型知识和实例型知识的顺序进行检查,对于典型和实例知识,从最底层的知识元组件开始检查并修正与工艺术语描述不一致的内容,分层滤除重复性内容,消除多义性描述,使钣金件工艺知识规范化、一致化,通过对钣金工艺知识的不断优化、完善,充实到钣金工艺知识库中,进而形成钣金工艺知识库系统。

以钣金工艺术语知识库为例,说明钣金工艺知识库的构建过程,在此之前建立起知识入库的数据审签流程。首先由主管工艺员对入库知识进行校对,然后由钣金工艺知识专家组进行审核,确保数据质量;对于通过审查的数据提交入库,其中,对于钣金零件概念,按照材料特征-功能

特征-结构特征的顺序依次提交入库;对于工艺过程概念,按照工艺分类-工艺方式-工艺参数等信息的结构层次提交入库;对于工艺资源的各类术语可并行提交。对于入库后的数据通过钣金工艺指令设计系统进行使用复检,如不合适,根据数据分析报告,进行滤除,或者通过修改后,重新发起知识入库审签流程,钣金工艺术语知识库创建过程示例如图2所示。

钣金工艺知识的分析、扩充及优化

航空钣金件因其结构复杂,制造工艺方法和工艺参数的不唯一性,依赖已有的工艺知识和设计经验,其设计结果并不能保证零件制造的精确性,因此对钣金件工艺设计知识是一个不断优化的过程。

1 基于先进信息技术的工艺知识分析

通过分析“十一五”钣金数字化课题在工艺数据库方面取得的研究成果,在此基础上,运用数据仓库结合数据挖掘技术对钣金工艺数据进行分析,提供知识的搜索频度及应用情况,定期形成数据分析报告^[5],包括对知识的种类、覆盖率、使用率等指标的分析,与在研和在产型号钣金零件类型和特征值范围进行对比,评估目前的钣金工艺知识是否能够满足企业钣金零件的数字化制造需求及工艺知识服务质量,为工艺知识的维护提供数据依据。

2 工艺知识扩充

通过分析钣金工艺数据库数据模型、数据结构、数据格式以及数据量和数据质量,根据业务需求,扩展钣金工艺数据的种类。采用包括试验研究、理论推导与数值模拟相结合的方法构建新型材料数据库等工艺数据库;补充相关工艺术语,通过对典型成形工艺的系统性补充试验和挖掘现有制造数据中的工艺知识,充实工艺知识库。

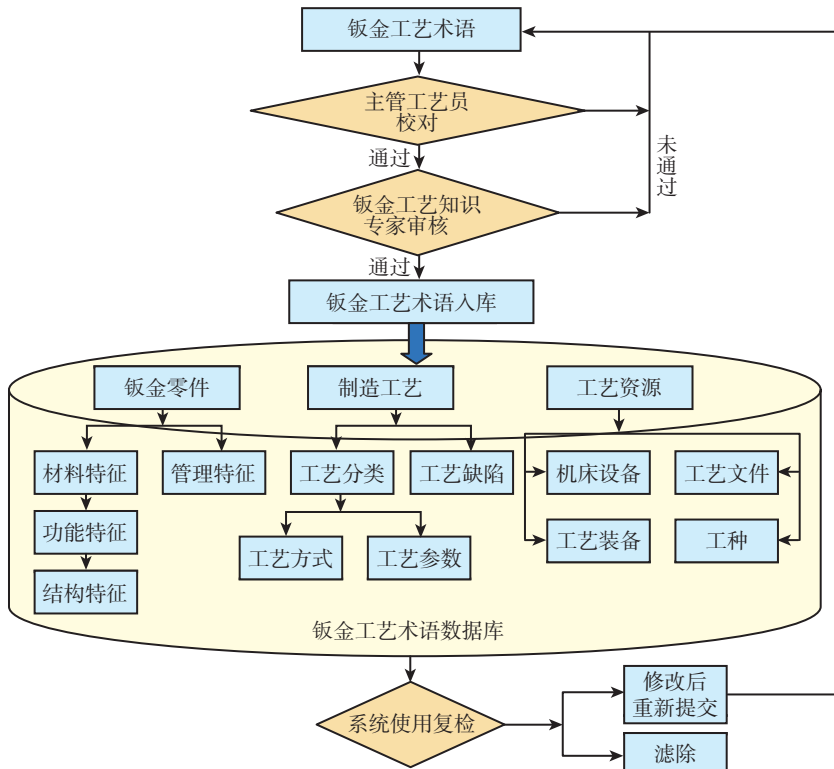


图2 钣金工艺术语知识库创建过程示例

3 工艺知识优化

对未进入数据库的大量制造数据,根据钣金件及成形工艺特征,将制造数据聚类成组,研究组内零件之间的联系,从而获得同组零件的共性,最后确定工艺知识元组件并提交入库;对于已入库的数据,在已有制造模型设计知识、制造指令设计知识、成形工艺参数设计知识、成形模具设计知识的基础上,可增加成形加工知识和质量检测数据,采用基于本体的一致性检查方法和基于质量要求的知识改进方法,优化知识质量。

钣金工艺知识服务应用体系

钣金工艺的智能化设计是根据当前已知事实,利用工艺知识库的领域知识,控制并执行推理的问题求解过程,系统的性能和效率一方面取决于工艺知识库中领域知识的丰富程度;另一方面也取决于知识的表达与组织以及工艺知识库的管理与维护。

按照钣金件制造技术未来发展

构想,在企业钣金件数字化制造工程的基础上,利用本体技术,以知识工程为载体,以工艺知识为核心,运用数据仓库与数据挖掘技术,构建基于知识驱动的钣金件工程设计应用服务体系架构模型^[6],如图3所示。在数据定义上以钣金件制造模型、工艺过程及资源模型为对象,建立基于工艺知识数字化定义和并行协同的钣金零件制造流程;数据管理方面,提供制造数据的有序化入口,对钣金件制造过程的大量数据和工艺知识进行集中管理与维护;对于钣金制造数据服务,源头上与设计对接、工艺上以知识驱动、应用上在车间“落地”,本架构共分为5个模块:

(1) 钣金件工艺设计。

钣金件工艺设计即钣金工艺设计的人机交互界面,钣金件工艺设计人员通过IE浏览器(B/S客户端)登录钣金件工艺设计系统(CAPP),按零件成形分类选择相应工艺设计模块,以智能化的方式完成零件的制造模型设计、工艺指令设计、基于典型

工艺规程的工序设计、成形模具设计、工艺参数设计乃至数控程序设计等工艺设计的全过程。

(2) 钣金工艺知识服务。一般的应用程序与基于知识驱动的系统之间的区别在于:一般的应用程序是把问题求解的知识隐式地编码在程序中;而基于知识的系统则将应用领域的问题求解知识显式地表达,并单独地组成一个相对独立的程序实体。

以钣金工艺知识库为支撑,构建钣金工艺设计过程知识服务应用,钣金件制造包括工艺性分析、制造模型设计、制造指令设计、工艺参数设计和成形模具设计、数控指令生成、质量检测等环节。对于工艺设计中的工艺性分析,提供材料成形性能数据、可加工性评估等知识,对零件整体及各个结构要素分别给予建议,提高设计零件的可制造性,减少或避免零件的设计返工,降低成本。对于工艺指令的设计过程,提供典型工艺规程选择、草图设计,工序设计和成形工艺参数设计等知识,优化工艺设计过程,提高工艺设计质量。

(3) 钣金工艺数据库。

钣金工艺数据库是钣金工艺源知识库,存储科研、生产活动产生的工艺数据以及通过人工录入的企业工艺性文件等数据,以企业现行工艺数据库管理系统 oracle 10g 为例,对数据进行管理,为企业信息系统平台的正常运行提供数据保障。

(4) 知识获取:人工抽取与数据挖掘。

通过基于本体的知识构建技术,以钣金工艺术语集的参照标准,运用数据库处理技术,对源知识库(钣金工艺数据库)的数据冗余性进行检查,对重复的数据结构进行分层滤除,对数据进行规范化处理,获取有价值的工艺知识;使用数据挖掘技术,发现新知识;对各类基本类型知识开发专门的升级导航完成对知识

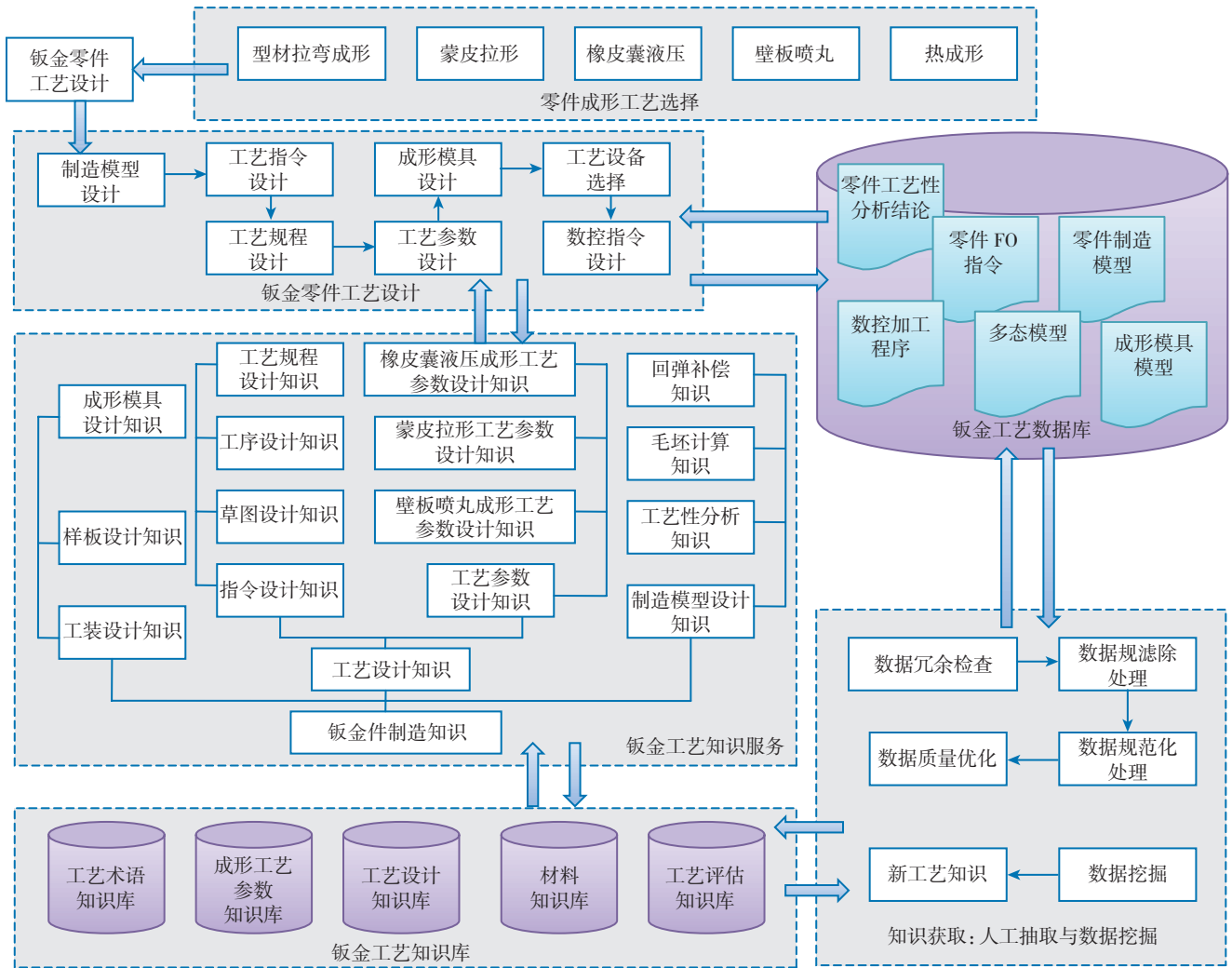


图3 钣金工艺知识服务应用体系

的积累和更新。

(5) 钣金工艺知识库。

钣金工艺知识库是钣金工艺的目标知识库,根据成形工艺及工艺知识类型与组成,分别建立与工艺设计过程相耦合的知识循环方式和与现有软件系统耦合的知识应用方式。在已开发的基于钣金工艺数据库的制造指令设计系统、橡皮囊液压成形/喷丸成形/型材拉弯等成形工艺参数设计系统、成形模具设计系统等软件工具的基础上,利用数据仓库技术^[7],基于钣金件工艺知识的扩充和优化,把工艺性分析知识与钣金件设计过程相集成,形成企业钣金工艺设计知识库系统,为钣金零件的智能化设计过程提供知识支撑。

结束语

智能化是数字化制造技术发展的大趋势,而智能化的实现离不开知识的支撑。通过对钣金工艺本体技术的研究,为钣金工艺知识的获取、表示,钣金工艺概念体系的建立,钣金工艺本体模型和钣金工艺知识库模型方案的设计可作为理论参考,为实现基于知识驱动的钣金工艺智能设计平台可给予技术借鉴,为构建钣金工艺知识服务应用体系提供了可行的实现方法,为企业信息系统平台由数据管理系统向基于知识驱动的智能系统的发展起到抛砖引玉的作用,对催生企业员工由技能型人才向知识型专家的转变,加速公司由信息

型工厂向知识型企业的进化进程,具有一定的积极意义。

参考文献

[1] Schreiber. 知识工程和知识管理. 北京: 机械工业出版社, 2003.
 [2] 施荣明. 知识工程与创新. 北京: 航空工业出版社, 2009.
 [3] 韩家炜. 数据挖掘: 概念与技术. 北京: 机械工业出版社, 2007.
 [4] 周士林. 航空制造工程手册·飞机钣金工艺. 北京: 航空工业出版社, 1992.
 [5] 邵新宇. 现代CAPP技术与应用. 北京: 机械工业出版社, 2004.
 [6] Pang N T. 数据挖掘导论. 北京: 人民邮电出版社, 2006.
 [7] 高复先. 信息资源规划: 信息化建设基础. 北京: 清华大学出版社, 2002.

(责编 三丰)