

# 航空产品知识管理关键技术研究

## Key Technology Study on Management of Aviation Product Knowledge

蔡盈芳 / 北京航空航天大学

**摘要:** 根据航空工业知识管理的需求和现状, 提出了航空产品知识管理的思路, 即通过知识管理技术, 实行知识编码化战略, 建立多种知识源的产品知识管理系统和产品知识库, 系统采用分层法存储知识, 采用高效的知识自动获取技术和以实例推理为主的知识利用技术, 实现航空产品知识的有效管理。

**关键词:** 航空工业; 航空产品; 知识管理

**Keywords:** aviation industries; aviation product; knowledge management

### 0 引言

从20世纪初泰勒等人提出“管理科学”的概念以来, 管理学经历了漫长的发展阶段, 产生了生产管理、人力资源管理、财务管理、运作管理等学科。直到20世纪末, 人们才意识到, 管理并非只管人、财、物这些实物资源, 也并非只是只管产、供、销这些具体实物管理的运营流程, 还必须管理一种重要的无形资源——知识<sup>[1]</sup>。

航空产品知识管理是相对于企业泛化知识(即知识管理)管理而言的, 是指航空工业企业(以下统称企业)应用一定的技术, 以航空

产品(主要是飞机)设计、研制、销售, 直至产品回收的全过程所需要的知识为管理对象的知识管理活动。它与知识工程的基于具体任务的知识管理不同, 它所管理的知识服务于航空产品生命周期全过程。它也与传统的泛化知识不同, 在知识管理的战略定位、知识库的知识来源、知识获取方式、知识组织方式和知识利用方式上等等都有较大的不同。

航空工业在知识管理方面经历了导入、大规模实施、探索的过程, 当前处于大规模实施后的探索过程。不少单位对知识管理处于冷静思考期,

以探索更有成效的路径与方法。这是因为随着知识管理的研究与实践的深入, 知识管理上的不足日益突显, 主要表现在以下几个方面。

1) 受知识表示和应用上的局限性, 在管理对象上局限于一定范围或非常泛化的知识, 而不能对企业产品知识进行很好的管理。

2) 知识利用手段与途径单一, 不能发挥知识的应用作用。

3) 知识缺乏与数据过剩问题突出<sup>[2-4]</sup>。

本文通过引入知识工程理论, 以航空产品知识为管理对象, 在知识源

从表3可见, 在可承受的疲劳寿命内, 试验件疲劳后的静强度有所提高。

### 4 结论

1) 单排铆钉和双排铆钉修补结构试验件均能满足目标载荷和目标循环数要求, 表明该修补方式满足结构设计和使用的要求。

2) 单排铆钉修补结构静力试验破坏载荷、疲劳寿命、剩余强度均低于双排铆钉修补结构, 单排铆钉修补

结构的远场破坏应变仅为 $2372\mu\epsilon$ (均值), 而双排铆钉修补结构的远场破坏应变为 $3989\mu\epsilon$ (均值), 表明双排铆钉修补结构具有更高的安全系数和可靠性。

3) 单排铆钉和双排铆钉修补结构疲劳试验后剩余强度均高于静力试验破坏强度, 表明修补结构具有良好的疲劳性能, 在满足静力要求的同时, 也能满足工程需要的疲劳寿命要求。

### 参考文献

[1] 沈观林, 胡更开. 复合材料力学[M]. 北京: 清华大学出版社, 2006.

[2] 中国航空研究院. 复合材料结构设计手册[M]. 北京: 航空工业出版社, 2001.

### 作者简介

许洪明, 工程师, 主要从事金属及复合材料结构强度设计工作。

AST

上注重企业现有业务系统数据,采用知识编码化策略,实现航空产品知识的集成管理,从而提升航空工业产品创新能力与水平。

## 1 航空产品知识管理的编码化战略

知识管理战略是企业就知识管理活动的基本框架、流程和侧重点所做出的方向性选择。知识编码化战略是指企业将知识编码作为知识管理的侧重点,企业将知识进行编码,存储于文档或结构化的数据库中,便于员工利用。强调将知识文档化,使知识与人分离,主要通过人与文档之间的交互传递知识。

该战略依赖于信息技术的运用,对企业现有的知识进行存储,并随时供需要知识的员工访问提取,以便于员工正确地理解信息,有助于显性知识的传递和转移,并通过信息技术增强记录、整理知识的能力,从而降低员工获取和使用知识的复杂性。而且通过信息技术能力使知识存储访问的速度更快、效率更高。

中国航空工业企业普遍具有信息技术能力强、要求知识量大、知识访问速度快、知识利用效率高的需求与特点,所以宜采用编码化的知识管理战略。

## 2 航空产品知识管理技术选择

知识管理是通过一定的技术实现的。不同的知识管理战略需要不同的知识管理技术,航空工业企业的编码化知识管理战略决定了知识管理技术的选择。知识管理技术根据知识管理过程分为知识获取技术、知识组织技术、知识利用技术,其中知识的组织技术包括知识表示、知识分类、知识

地图、知识存储等技术。本章主要对以编码化为战略定位的航空产品知识管理的技术选择与方案进行研究。

### 2.1 知识源的选择

不同的知识管理战略对知识源的选择不同,知识源包括内部专家、外部专家、内部文献、外部文献、外部网络文档。

除上述知识源外,还有一种知识源应该引起重视,那就是企业现有业务信息系统的数据(含文档)。这是信息技术在企业深入广泛应用后才成为可能的。在信息技术应用前,企业各种活动过程中形成的文档都是以纸质文件的形式存在,将这些转换成知识库中知识与获取领域专家头脑中的隐性知识的难度相当,效率会非常低。信息技术的应用给企业活动过程中形成的文档以业务信息系统数据的形式存储下来,有些文档和数据的结构化非常好,为转化为知识奠定了很好的基础。

企业业务信息系统数据是企业产品研发、生产、销售等产品活动和企业各项管理活动的原始记录,是最好的实例知识源,可以快捷地转换为实例知识,因此是非常好的知识源。

### 2.2 知识获取技术的选择

知识获取从自动化程度上分为人工获取、半自动获取和自动获取三种方式,很显然人工获取方式工作量大、效率低,主要用于早期人工智能系统中形式化程度高、需要知识量少的知识库的知识获取。航空产品知识管理所管理的知识量异常庞大,需要获取的知识量非常大,应用人工获取是不可能的,因此必须采用自动获取。根据航空产品知识源的特点,知识获取方法必须采用基于规则的自动获取技术,具体原理如图1所示。

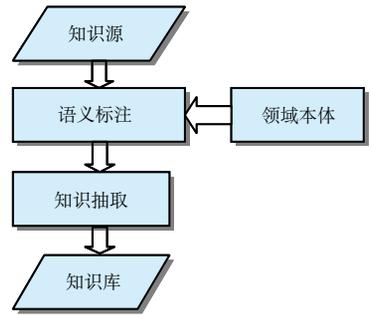


图1 知识抽取原理图

知识自动获取具体包括语义标注和知识抽取两个关键过程,语义标注是读取知识源用语义方式标注出来,知识抽取是通过一定的算法从知识源中抽出知识,即运用信息抽取算法,把具有知识属性的内容抽取出来。

针对多种知识源抽取的需要,需对现有的算法进行改进,采用基于多层规则的知识抽取技术,将原来的针对词句的一层规则改为分别针对文档和段落的三级规则,经过证明改进后的方法获取知识的效率更高。

由于业务系统数据知识源中含有大量的图形,包括二维和三维的图形,航空产品知识获取方法还必须能够获取图形知识。二维图形文档可直接转换成可识别的解析几何内容的知识文档,然后进行语义标注,再抽出知识;三维图形文档一直被认为是不可进行语义标注的文档,但如采用STEP规范,将图形文档转化为STEP结构的数据,然后在此基础上进行语义化,较好地解决了此类知识的语义标注问题。

### 2.3 知识分类方案的选择

无论是知识存储还是知识地图的呈现,首先必须以分类作为基础。航空产品知识分类可按研制阶段和主题两个维度进行。

1) 航空产品知识的过程分类

航空产品研制遵循着科学的过程,航空产品知识过程分类根据产品研制过程可分为需求分析知识、方案设计知识、初步设计知识、详细设计知识、设计试验知识、试制知识、试飞知识、设计定型知识、小批生产知识、产品销售知识、生产定型知识、批量生产知识、产品使用知识、维护知识、报废回收知识、质量管理知识。

2) 航空产品知识的主题分类

航空产品知识的主题分类需要根据学科分类方法进行,可分为13个大类。

a. 综合类知识。

b. 飞行器类知识,主要是各类飞行器产品、产品结构、总体参数等。

c. 飞行原理类知识,主要描述航空产品飞行原理的通用术语、理论空气动力学、实验空气动力学、流体力学、飞机空气动力特性等。

d. 飞行器结构与强度类知识,描述飞行器的结构组成、产品结构设计、与结构设计有关的分析与试验等。

e. 推进技术与航空发动机类知识,描述推进技术原理与基础理论,推进系统组成,发动机的结构、性能等属性,发动机的部件和系统,发动机的控制、发动机试验等。

f. 飞行控制/导航/显示/控制/记录系统类知识,描述航空产品飞行的控制体系统、导航系统、显示与记录系统等的原理、构造等。

g. 航空电子与计算机类知识,描述了航空电子与计算机系统的组成和原理等。

h. 航空机电类知识,描述飞机电器系统、发动机点火系统、液压系统、气压系统、操纵系统、燃油系统等的原理、组成、设计、试验等。

i. 机载武器类知识。

j. 航空安全、生命保障与医学类

知识。

k. 航空材料类知识。

l. 制造工程类知识。

m. 飞行试验与测试技术知识。

限于篇幅,这里只列出大类,实际应用中每个大类还可分出更多的子类。

2.4 知识表示技术的选择

知识表示技术的选择决定于所需表示知识的所属领域和知识利用的方式及目的。

航空产品知识的表示方法应选用形式化程度适中的方法。经过对各种表示方法的比较,选择本体作为航空产品知识的表示方法。本体用于航空产品知识表示有较大的优势,主要表现在以下几方面。

1) 本体能够使人与机器间的交流建立在所交流领域共识的基础上,因此适合进行知识表示。

2) 基于本体的知识表示方法与任务是独立的。

3) 本体模型可描述简单的分类知识和机器推理所用的标准词汇、概念模型,直到复杂的领域理论。

4) 本体为含有种类较多的航空产

品知识集成于一体提供了途径。本体作为一种概念化说明,是对客观存在的概念和关系的描述,提供了通用意义上的概念定义集和关于种类和关系的词汇表。本体的语义关系提供了一个知识集成的框架。

5) 本体能够将所要描述知识的语义表示出来,且这种语义的表述语言是统一的,因而计算机在对知识表示进行理解时不需要专门领域知识和专门领域的知识表示方法。

2.5 知识存储技术的选择

在存储方面,航空产品知识存储应根据其特点,考虑到知识的多种形态、多种文档,且方便利用,尽可能地实现知识编码化,构建知识库。在知识呈现上,一方面要反映知识的来源,另一方面要反映知识的逻辑关系。

基于上述要求,本文设计航空产品知识的层次存储法。将知识分为来源层(又叫产生层)、存储层、本体层、主题层四层,见图2。

来源层表示知识产生的任务来源,保证企业每一活动过程和产品每一阶段产生的知识得到管理;存储层

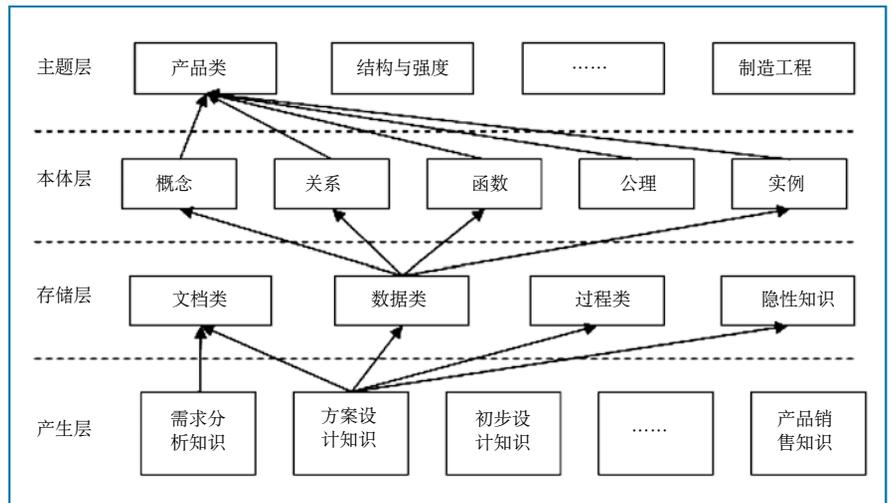


图2 航空产品知识存储模型图

描述企业知识的具体存储形式,包括文档式、结构化数据式、流程式等形式;本体层用语义形式描述企业知识,它描述了企业知识的概念划分及其相互关系;主题层描述了企业知识所属的主题,为知识利用提供基础。

基于本体的层次知识组织法能较好地解决航空产品知识内容多样性、分布性、异构性等问题。

## 2.6 知识利用技术的选择

### 1) 知识利用需求的分析

知识价值取决于是否得到利用,能否将产品知识及时准确并且方便地传递给产品研制全过程。

知识的应用方式决定于应用目的,企业管理领域知识应用目的是知识的转移,因此,知识的共享是其主要目的,增强知识共享的方式主要有知识呈现、知识社区、知识检索和知识推送等方式。知识工程从人工智能发展而来,主要是将知识运用于具体的任务系统和基于知识的工程,主要应用方式有推理、重用及知识发现。在这些知识应用方式,检索在知识应用中占有重要的地位,它能够使应用以最高效的方式找到知识。

航空产品知识库具有多重目的,决定了其应用方式也是综合采用多种方式进行,包括知识地图、知识社区、知识检索和基于知识工程的知识推理、知识重用等利用方式。由于在知识地图、知识社区等方面已有成熟的理论与应用,因此本章重点对基于本体的知识检索、知识推理和知识重用的有关应用技术进行论述,尤其是对知识重用进行重点研究,并在实例的检索上进行算法的改进与创新。

### 2) 知识检索方案的选择

根据检索原理,本文设计空间向量匹配的方法实现知识的检索,采用基

于向量空间的模糊匹配法实现知识的检索。其原理是将检索目标描述成若干个属性,每一个属性含有一定的权重,这些属性权重构成了检索向量。同时将被检索实体描述成若干属性,构造被检索向量。检索向量和被检索向量之间的匹配关系可以用这个向量中的每个属性的匹配关系综合评价来确定。

### 3) 知识推理技术的选择

推理是按某种规则由已知判断推出另一种判断的过程,推理机制分为两类:基于逻辑的领域知识推理和基于关系的蕴含知识发现推理。

采用基于本体的知识发现与推理,其主要原理是在利用本体的概念层次与属性关系,采取规则推理策略,在本体库中进行模式匹配。在推理过程中,主要运用下列关系:

- 概念之间的超类、子类、成员、部分及自定义关系。
- 概念与个体形成的实例关系。
- 实例与实例间的相关、包含、自定义关系。
- 对象与属性形成父子、传递、互逆、对称关系。

知识推理被认为是本体知识工程的高级阶段,实现的好坏取决于对领域本体概念语义关系的准确分析,并把这种关系制定为规则<sup>[5]</sup>。

领域本体推理的思想是将领域知识构建在某种本体语言形式化的ABox和TBox上,然后考虑本体语义关系,构造领域公理所蕴含的产生式规则,并将形式化的规则与定义好的本体类与属性结构和声明的事实断言按一定的搜索策略进行规则模式匹配。因此在进行领域本体知识推理时,规则的定义和表示尤为重要。

在本体中有多种关系,按推理机制归纳,可分为4种典型的关系。

a. 处于同一逻辑层次概念或不同逻辑层次概念的实例之间的关系,即Instance-Instance关系。

b. 反映不同抽象程度的关系之间的父子属性关系,即Sub Attribute-of关系。

c. 不同逻辑层次的概念与其概念外延个体的实体关系,即Instance-of关系。

d. 处于不同逻辑层次上的概念之间的种属关系,即Is-a关系。

### 4) 基于实例的知识重用

在知识库中,推理是知识利用的一种重要方式,但知识重用也正在作为知识库的另一种知识方式,得到了专家的重视,并将在航空产品知识应用中发挥着重要的作用。

基于实例的航空产品知识重用是通过应用已有的成功解决方案(表示为实例)解决类似的问题,将业务系统数据库的飞机研制活动记录获取作为实例知识,形成一个实例库。知识应用时将待求解问题表达为相应的向量模型,然后在实例知识库中找到一种合适的结构,以表达实例的内容,最后通过参数修改实现知识重用。

## 3 航空产品知识管理总体框架

根据上述管理思路与技术选择思路,构建航空产品知识管理框架体系图,见图3。

## 4 应用实例

为建设国际一流水平的航空武器装备设计研究所,航空工业某研究所决定实施基于知识的创新和信息化推动的知识管理战略,其中一大举措是运用航空产品知识管理的理论,实施基于编码化战略的知识管理,建设航空产品知识库。

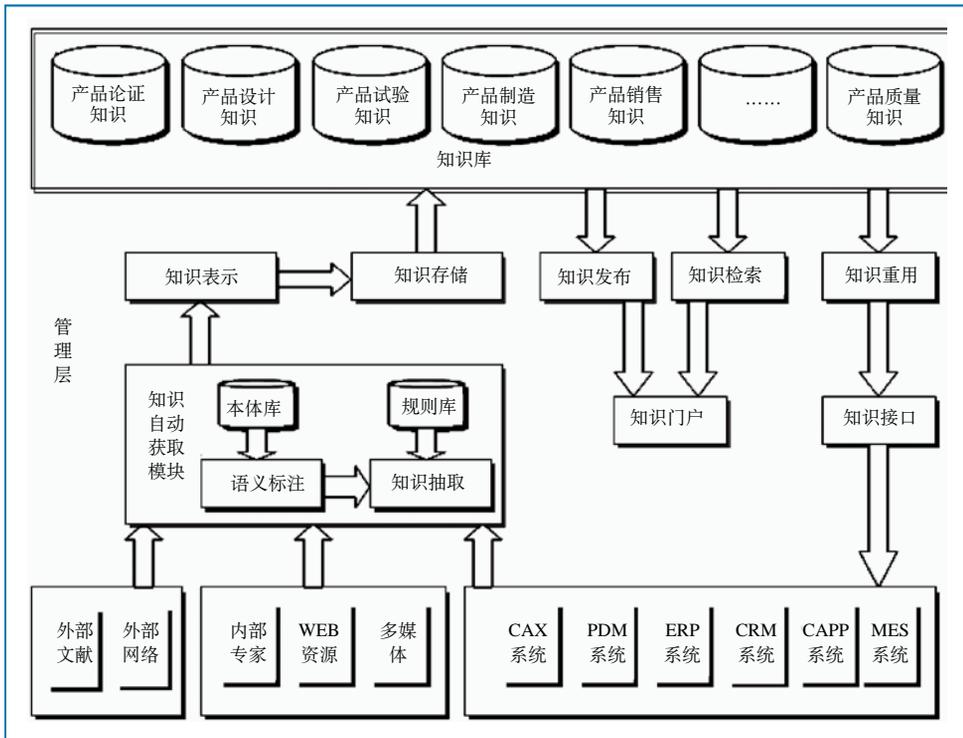


图3 航空产品知识管理框架体系图

该研究所推进知识管理过程中没有采用过去一贯以隐性知识为重点的做法，而是通过以现存业务系统数据为重点推进知识管理，管理对象为飞机产品原理性知识和研制过程知识。主要从知识的产生（知识的获取）、表达（知识的形式化）、组织（体系化）、共享（知识的传递）、检索（已有知识的获取）、运用（物化与创新）以及更新（过时知识的淘汰）等建立知识管理过程。

知识内容整理了建所40多来的设计经验，包括78个专业，不仅有总体气动、强度结构、功能系统、综合航电、保障设备、计量测试、外场科研、科研管理等八个方面的专业知识，而且从某飞机研制数据中获取了飞机在设计、制造、使用和维护过程中所出现过的故障分析、诊断及排除方案。这些知识通过本体建立起了其内在联系。

对知识获取的信息源格式模板进行了整理和规则化，整理出了飞机研制中常用的专业文件的格式、内容及范例，解决了知识获取中规则问题。

航空产品知识库在该所发挥了重要的作用，为某新型飞机的研制提供了有力的知识支撑。

AST

### 参考文献

- [1] 樊冶平,等. 知识管理研究[M]. 沈阳:东北大学出版社,2003.
- [2] 倪益华,杨建新,顾新建,等. 基于知识的CAX集成的系统框架研究[J]. 计算机集成制造系统,2003(3):91-99.
- [3] 熊欲斌. CAD/CAM最新技术与产品[J]. 微电脑世界,2002(3):33-40.
- [4] 张润彤,蓝天. 知识管理导论[M]. 北京:高等教育出版社,2005.
- [5] Neches R, et al. Enabling technology for knowledge sharing[J]. AI Magazine, 12(3):36-56.

[6] 董慧,余传明,徐国虎,等. 基于本体的数字图书馆检索模型研究—历史领域知识推理机制[J]. 情报学报, 2006,25(6):666-678.

[7] 潘旭伟,顾新建,仇元福,等. 面向知识管理的知识建模技术[J]. 计算机集成制造系统,2003,9(7):517-521.

[8] 苏少萍,侯迪,刘刚,等. 制造企业产品知识建模研究[J]. 陕西工学院学报,2004(4):43-46.

[9] 杜维. 知识管理战略的影响因素及实施后果研究[M]. 成都:西南交通大学出版社,2011.

[10] 韦于莉. 知识获取研究[J]. 情报杂志,2005(4):41-47.

[11] Neches R., et al. Enabling technology for knowledge sharing[J]. AI Magazine, 12(3):36-56.

[12] Gangemi A., Guarinoet N., et al. Conceptual analysis of lexical taxonomies: the case of wordnet top level[C]. Proceedings of FOIS 01, 2001.

[13] 蔡文沁,彭培林,姜寿山. 航空产品设计知识的表示与重用技术[J]. 计算机集成制造系统,2004,10(1):55-58.

[14] 唐国兴,郭魂,胡建,等. 基于知识重用的产品快速设计过程研究[J]. 中国制造业信息化,2008,37(5):38-42.

### 作者简介

蔡盈芳, 研究馆员, 博士后, 主要研究方向为知识工程和企业信息化管理。