

# 航空发动机领域本体构建与应用展望

曾雅萍, 王波, 冯昊, 魏清华  
(中国航空工业发展研究中心, 北京 100029)

**摘要:** 本文在文献统计分析和航空动力技术体系分析的基础上, 结合《国防科技工业叙词表》, 设计航空发动机领域本体的整体框架, 并利用Protégé4.3完成航空发动机领域本体的知识体系构建和可视化展示研究。最后对航空发动机领域本体的应用进行展望。航空发动机领域本体库的构建, 为提高该领域的知识组织和知识服务效率奠定基础。

**关键词:** 本体; 领域本体; 本体构建; 本体应用; 航空发动机

**中图分类号:** B016; V23

**DOI:** 10.3772/j.issn.1673-2286.2016.10.009

## 1 前言

航空发动机技术被誉为现代工业“皇冠上的明珠”, 是一个国家科技、工业、经济和国防实力的重要标志。我国从富国强军的战略高度出发, 已组建中国航空发动机集团公司, 希望加快实现航空发动机及燃气轮机自主研发和制造生产。航空发动机是国之重器, 是装备制造业的尖端, 尽快在这一领域实现突破, 对于增强我国经济 and 国防实力、提升综合国力具有重大意义。航空发动机领域的科学研究与航空事业的发展有直接而密切的联系, 可以说它是航空事业发展的推动力。当前, 随着航空科技信息资源规模的急剧增加, 航空发动机领域科研人员面临被信息海洋淹没, 难以有效积累和利用知识等问题。究其原因, 计算机难以理解信息内容是重要影响因素。因此, 有效积累航空发动机领域的知识, 组织发动机专业的信息资源, 为我国航空科技领域科研和管理人员提供有力的信息支持; 快速获取所需科技信息, 进行语义智能信息检索和知识挖掘, 逐步实现从信息存储到知识组织的转变、信息检索到知识发现的转变, 是航空科技信息工作者义不容辞的责任。

本体可以捕获相关领域的知识, 提供对该领域知识的共同理解, 确定该领域同行认可的术语, 并从不同层次的形式化模型中给出术语间相互关系的明确定义。因

此, 近年来本体在信息系统、人工智能软件、语义智能检索等方面得到广泛应用。基于此, 本文试图通过构建航空发动机领域本体, 希望能为我国航空科技领域科研和管理人员快速获取所需科技信息提供有力支持, 为科技信息资源深度加工和有效利用提供技术保障。

## 2 航空发动机领域本体整体设计

### 2.1 航空发动机领域本体范围的确定

本文通过参照相关专业文献, 统计分析搜集的学术文章, 考察目前国内外对航空发动机进行研究时涉及的相关领域, 并运用本体系统能力分析法, 结合航空动力的技术体系分析, 同时咨询航空发动机领域专家来确定航空发动机领域本体的范围。

#### 2.1.1 本体系统能力分析法

本体系统能力分析法即对本体所能回答问题的初步确定。首先, 拟定所建领域本体可能涉及的问题。如本研究本体涵盖哪个领域, 应用于哪些方面, 可回答哪些问题, 由谁来使用和维护等。其次, 通过综合分析确定航空发动机领域本体范围涉及的相关信息并进行归纳。具体包括航空发动机本身的特征(如航空发动机

的特征属性、组成部分和类型, 航空发动机的设计、制造与维修), 航空发动机所用的先进材料, 航空发动机试验, 航空发动机研究制造机构, 航空发动机装配的飞行器, 航空发动机实例的相关描述(如某台航空发动机的研制概况、现状、效能和前景等)。

## 2.1.2 航空动力的技术体系分析

航空发动机属航空动力范畴, 航空动力的技术体系十分复杂, 通常从科学学科、产品组成、设计要求和研制工作性质等四个方面描述或表征。在科学学科方面, 涉及工程热力学等近10个学科; 在产品组成方面, 涉及发动机总体及20多个部件和系统, 有几万个零件; 在设计要求方面, 涉及发动机性能等; 在研制工作性质方面, 可分为研究、设计、试验和制造等不同性质的工作。

如果按照工作性质来描述, 航空动力的技术体系可形成一个金字塔样的体系结构, 该结构分为四个层次: 航空发动机作为终极产品为第一层次, 第二层次由研究、设计、试验、制造和材料5个系统组成, 第三层次有几十个子系统, 第四层次有上百个技术单元。第二层次的研究系统属于预研范畴, 包括应用基础研究、应用研究和技术验证。设计系统指型号研制中的工程设计工作, 旨在预研成果的基础上, 根据战术技术或适航性要求, 考虑制造技术的现状, 设计和编制出可供原型机制造、试验和鉴定用的图样、工艺规范和试验要求等。受试验的验证和反馈, 反复迭代。设计工作可分为方案设计、技术设计和详细设计三个阶段, 不仅有传统的性能、结构和强度设计, 还包括近年兴起的环境特性设计、可靠性设计、维修性设计、保障性设计和经济可承受性设计等; 试验系统指发动机研制过程中的试验工作, 试验系统按试验目的可分为科学研究试验、型号研制试验和批生产发动机试验等; 制造系统以解决发动机试验件、原型机和批生产发动机的制造为工作内容, 包括与发动机制造紧密相关的精密成形技术、特种加工技术、连接制造技术、热处理技术、表面防护与强化技术、数字化制造技术和检测技术; 材料系统以提供发动机所需材料和相关性能为工作内容<sup>[1]</sup>。

经分析, 初步确定航空发动机领域本体覆盖航空发动机设计、制造、材料、试验、应用和维修等专业范围。所涉及的航空发动机产品有涡轮喷气/涡轮风扇发动机、涡轮轴/涡轮螺桨发动机、活塞式发动机以及特种能源发动机及其零部件和附件系统等, 其应用安装

的飞行器主要包括歼击机、轰炸机、直升机、运输机、无人驾驶飞机、导弹、靶机等, 另外相关研究机构、制造公司与研究人员亦是重要的信息来源。航空发动机领域本体结构示意图如图1所示。

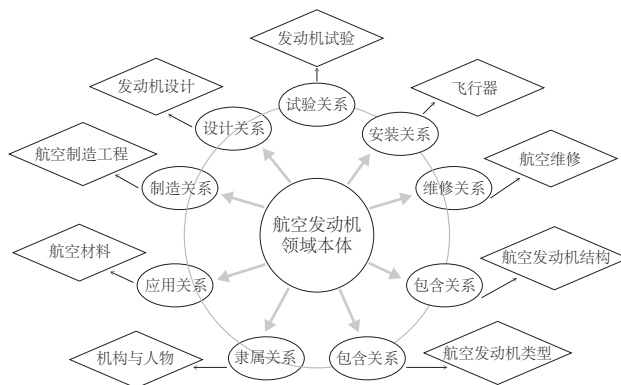


图1 航空发动机领域本体结构示意图

航空发动机领域本体的构建是一项复杂度高、技术难度大的技术工程。本研究本体相关领域知识的描述是为揭示航空发动机领域知识服务的, 以提高航空发动机领域知识组织及检索效率, 整个本体的构建不能脱离航空发动机的主体地位。

## 2.2 航空发动机领域本体类及类的等级体系

在技术调研与定量分析的基础上, 筛选出组成航空发动机领域本体要素的重要概念, 并分析概念间的关系, 确定核心大类和概念的等级体系和层次, 以进行概念的有效扩展。

### 2.2.1 航空发动机领域本体核心大类确定

该领域本体概念体系的构建首先需确定领域本体的根结点(一级核心概念), 即本领域最概括的概念。这些概念与航空发动机紧密相关, 其确定原则有最大相关性原则和相对独立性原则。与航空发动机领域相关的概念数不胜数, 本文仅选取概念间相对独立且最重要、最相关的概念。该本体一级概念确定的依据主要有以下3方面。

(1) 根据本体构建领域范围的分析, 确定与航空发动机密切相关的领域, 抽取能代表该领域的上层概念。

(2) 通过国防科技工业数字图书馆(简称“国防数图”)数据库和中国知网(China National Knowledge

Infrastructure, CNKI) 数据库, 检索航空发动机技术相关的文献信息, 对其进行分析统计。如本文在CNKI及国防数图数据库中检索与航空发动机相关的文献数据, 从关键词和分类角度进行统计分析, 统计共57 926篇(1950—2013年) 涉及航空发动机方面文献的关键词及学科分布情况, 作为形成本体大类的数据依据。从关键词角度分析, 多涉及航空发动机系统、设计、结

构、试验、飞行器、飞机、材料、制造、故障诊断与维修等方面词汇(见表1)。另外, 按分布学科检索航空发动机相关文献57 834篇, 内容涉及近40个学科, 取文献量超过800篇的学科, 包括航空航天科学与工程、工业经济、金属学及金属工艺、动力工程、武器工业与军事技术、自动化技术、机械工业、交通运输经济、计算机软件及计算机应用、材料科学等(见表2)。

表 1 关键词和分类角度统计文献分布情况表

航空发动机 相关文献	系 统	设 计	结 构	试 验	飞 机	材 料	制 造	故障诊断 与维修	飞行器
57 926	33 399	32 120	27 251	22 095	21 545	17 940	14 765	9 237	3 631

表 2 分类角度统计文献学科分布情况表

航空发动机 相关文献	航空航天科学 与工程	工业经济	金属学及 金属工艺	动力工程	武器工业与 军事技术	自动化 技术	机械工业	交通运输 经济	计算机软件及 计算机应用	材料 科学
57 834	21 549	6 109	5 023	3 722	2 963	1 870	1 603	1 389	1 277	866

综合以上分析数据初步确定一级核心概念范围。

(3) 请领域专家斟酌认可。在上述统计分析及专家鉴定的基础上, 综合发动机的型号、设计、制造、材料、试验、维修和应用等方面确定航空发动机领域本体由10个一级核心大类构成, 分别为航空发动机类型、航空发动机结构(航空发动机部件和航空发动机系统)、航空发动机设计、航空发动机制造技术、航空用材料技术、航空发动机故障与维修、航空发动机试验技术、航空发动机用途、航空人物、航空机构<sup>[2]</sup>。

领域本体核心大类确定后, 将采用自顶向下或自底向上相结合的等级体系构建方法, 作为领域本体进行概念体系扩展的基础。由Protégé4.3构建的航空发动机领域本体一级核心大类可视化结构图如图2所示。

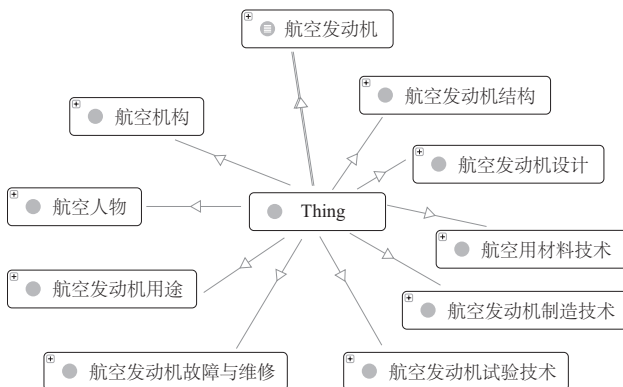


图 2 航空发动机领域本体一级核心大类可视化结构图

### 2.2.2 航空发动机领域本体概念体系的扩展

本体中的关系可分为两大类: 等级关系和非等级关系。等级关系是以树状结构对某一大类内在体系结构进行揭示, 非等级关系是以网状结构反映各大类及各实例间的联系。首先, 根据领域本体的最上层核心概念并作为顶层大类, 据此自顶向下对概念进行细化(即等级体系的扩展)体现概念间的等级关系。定义种属关系, 形成该领域本体的纵向基本框架。然后, 将《国防科技工业叙词表》(简称《国防表》)、专业手册及文献资料中提取的下层具体概念, 按其归属, 自顶向下或自底向上地并入已构建完成的概念体系。

以航空发动机为例, 种属关系下位类的定义选用航空发动机某一适合的分类标准, 划分4个二级子类, 即活塞式发动机、空气喷气式发动机、组合式发动机、特种能源发动机。如图3所示, 箭头指向为子类, 如“空气喷气发动机”是“航空发动机”的子类, 可继承航空发动机的所有属性, 如此层层扩展子类, 航空发动机共分为78个子类。该分类具有一定的灵活性, 存在合理的交叉。由于航空发动机的用途本身存在很多交叉, 通过适当控制, 既能反映客观实际, 又使航空发动机类型间的交叉程度保持在一定范围内。如单转子升力涡轮喷气发动机既属于单转子涡轮喷气发动机, 又属于升力喷气发动机<sup>[3]</sup>。



图3 航空发动机类型可视化结构图

航空发动机结构包括航空发动机部件和系统。发动机部件分为27个二级类共36个子类,如发动机壳体、进气道、燃烧室、涡轮、压气机、汽化器、排气管、螺旋桨等;发动机系统12个二级类共47个子类,如点火系统、起动系统、燃料系统、冷却系统、发动机自动控制系统、发动机防冰系统、防喘振系统等。

航空发动机领域本体体系庞大,涉及多个领域,如飞行器、动力装置(发动机)、试验技术等。因此,除等级关系外,还体现为非等级关系。这部分概念体系构建的难点在于如何将航空发动机本体复杂的构成划分为完整的、互不交叉的子类,又不能涉及程度过深,避免使航空发动机领域边缘溢出,从而导致领域本体范围不明确。因此,在本体构建之初对本体领域和范围的定义非常重要。通过系统能力问题的定义和对本体应用更加深入地分析,可以决定相关领域构建的深入程度。本文确定本体的非等级关系涉及领域有飞行器、动力装置(发动机)、试验技术、制造技术、材料技术、研究制造公司、发动机设计等。对飞行器的子类扩展,以航空发动机需要安装的型号为主要立类标准,以此扩展飞行器的子类。如涡桨6安装于运8飞机,运8飞机属于运输机,则将运输机列于飞行器的航空器下。

在本体构建过程中,不可避免地会有大量来自其上层领域和相关领域的概念,通过自建的方式满足本体对知识的揭示需求是不可能的。理想状态是相关领域的本体已经存在,其表达方式和逻辑结构与领域本体比较一致,可以直接对其复用。但目前的情形是满足要求的本体并不存在,在领域本体构建中需留出一个标准化的接口,便于后期的集成和复用。本文对非等级关系只作了研究性的探索,并未完全扩展到各级子类,而是从航空发动机的一条主线即设计、制造生产、材料、试验、应用等方面试验性地进行领域本体的构建,为推广到全局奠定基础。

针对本体的各大类,应查询最新技术涉及的新术

语,并添加到本体概念,同时作为新科技词汇补充进《国防表》。

## 2.3 航空发动机领域本体类的属性定义

属性是本体描述概念特征的重要部分,是该领域实体区别于其他实体的标识,或者说本体中的属性代表一种关系。网络本体语言(Web Ontology Language, OWL)的属性包括:(1)对象属性(Object Properties, OP),代表个体间的关系;(2)数据属性(Datatype Properties, DP),代表个体和基本数据类型的关系(如发动机起飞功率、发动机耗油率等);(3)注释属性(Annotation Properties),对元数据起解释作用。

可定义一个航空发动机属性模板,既能保证尽量全面地描述航空发动机的主要特征,又能使属性的定义更加明晰和规范。以下分别就对对象属性和数据属性进行描述及设计。

### 2.3.1 航空发动机领域本体对象属性的定义

本体的对象属性体现概念间非等级关系,本文指航空发动机和其他一级概念、实例与实例间的关系,反映事物间固有的内在联系。概念间存在丰富的语义关系,但由于开发人员表达习惯的不同及对关系理解的偏差,使本体的关系描述比较混乱,不利于知识的揭示。此外,关系定义的标准化和规范化也是需要考虑的问题。为此,本文结合Protégé中对对象属性描述的基本原则,确定对象属性统一采用“has”或“is”,便于机器可读。

本研究对象属性根据航空发动机领域本体的特殊需要建立概念间的关系,共定义近50种对象属性。

(1)安装关系,表示航空发动机的用途,用“isStalled”表示。(2)制造与维修关系,用以反映航空发动机产品所用的制造技术和维修状况,用“hasManufactureAndMaintenance”表示。(3)故障关系,描述航空发动机故障现象的术语。故障方面的知识对航空发动机产品非常重要,用“hasEngineFaults”表示。(4)人物、机构、产品归属关系,用于描述国内外航空机构归属的国家及航空人物归属的航空机构(如航空发动机产品、部件的设计,制造的国别、企业名或机构名,航空发动机专业重要人物的情况等),用“hasBelongTo”表示。(5)制成材料关系,用于表示发动机产品、零(部)件的制成材料,用“IsMaterialsOf”表示<sup>[4]</sup>。

本文定义的对象属性涉及发动机、材料、制造公司、研究机构、人物等方面的相关信息。另外，子类的对象属性可在所有数据属性定义后，再根据数据的分类情况进行综合分析后完善。

### 2.3.2 航空发动机领域本体数据属性的定义

本体数据属性的定义有两种：(1)通用属性的定义。通用属性是所有航空发动机都具有的，由“航空发动机”概念定义，可被下位所有发动机继承，本研究本体试验库所定义的通用属性可分为航空发动机的基本信息(包括研制、生产、销售概况、外形特征及用途等)和航空发动机的性能参数(包括耗油率、燃料消耗量、

增压比、空气流量、干质量等)。(2)特有属性的定义。具体由航空发动机的下位类定义。本研究本体数据航空发动机领域本体属性定义的主要依据是航空工业出版社出版的《世界发动机手册》《世界飞机手册》和国防数图数据库型号数据。通过制定数据采集基本规则，批量提取发动机相关属性数据，而后对提取的属性数据进行分析并按一定的原则进行排序、比较、去重加工，最后在提取的近1500个数据中筛选出300多个初步定义，并请领域专家斟酌确认数据属性。定义的数据属性示例如表3所示。属性确定是个动态过程，在以后的数据加工中，根据数据实际情况进行必要的增加、删除和改动，直至数据属性趋于完善，使定义的数据属性能基本反映航空发动机及相关专业的主要特征。

表3 航空发动机领域本体部分数据属性(DP)示例表

DP名称	DP表示	定义域	值域	单位
产量	hasYield	航空发动机	integer	台
价格	hasPrice	航空发动机	double	万元
制造国	hasManufacturingCountry	航空发动机	string	-
制造公司名称	hasManufacturingCompanyName	航空发动机	string	-
研制概况	hasDevelopmentSituation	航空发动机	string	-
增压比	hasPressureRatio	航空发动机	double	-
干质量	hasDryMass	航空发动机	double	kg
功重比	hasPowerWeightRatio	涡轮螺旋桨发动机&涡轮轴发动机	double	kW/kg

## 2.4 航空发动机领域本体实例创建

### 2.4.1 航空发动机领域本体实例数据采集来源

本体实例数据采集来源包括：(1)工具书(如《世界发动机手册》《世界飞机手册》)收录的航空发动机及与航空发动机相配备的飞行器型号；(2)国防数图数据库文献中提取的航空发动机介绍；(3)互联网提供的航空发动机种类实例<sup>[5-6]</sup>。

本文的本体航空发动机领域本体试验库按照制定的基本原则和规定的格式采集实例数据，编程后批量导入，完成实例数据填充。

### 2.4.2 航空发动机领域本体实例数据加工原则

由于实例数据的来源不同、格式各异，所以需制定

统一的数据加工原则。

根据本体构建的颗粒度不同，实例的具体程度也不同。从实用性和可行性出发，确定本研究本体的实例为某类航空发动机某一系列的具体型号及其改型型号。主要原因包括：(1)从属于某一具体系列下的各型号的航空发动机的特征虽然差别不大，但属性值不完全相同，因此须涵盖所有具体型号；(2)为使研究方法能从试验库数据移植到实体库，使研究更具继承性。

### 2.4.3 航空发动机领域本体实例数据与属性的关联

将采集的数据与定义的属性关联，制作统一数据采集及数据属性定义规范样例，为机器批量数据输入奠定编程基础(见表3)。

表 3 实例数据采集及数据属性定义规范样例表

实例	DP名称	DP关系	OP关系	定义域	值域	单位
涡桨6	实例名称	Individual name	-	-	-	-
涡桨-6C	型别(原型改型)	Individual name	isMainType	-	-	-
WJ6	实例别名	-	hasAlias	-	-	-
生产	生产现状	hasProduction status	-	航空发动机	string	-
700	发动机 产量	hasEngineYield	-	航空发动机	double	台
运8&运8C& 安-12&伊尔-18	用途	-	isStall	运输机	string	-
涡桨6发动机是 为满足运8研制	研制概况	hasDevelopment Situation	-	航空发动机	string	-
单转子涡轮螺 旋桨发动机	结构形式	Individuals Descriptiontype	-	涡轮螺旋桨发动机	string	-
中国	制造国	hasManufacturing Country	-	航空发动机	string	-
中航工业南方航空 工业(集团)有限公司	制造公司名称	hasManufacturing CompanyName	-	航空发动机 制造公司	string	-
1200	干质量	hasDryMass	-	航空发动机	double	kg
20.4	空气流量	hasAirFlow	-	航空发动机	double	kg/s
7.45	增压比	hasPressureRatio	-	航空发动机	double	-

### 3 航空发动机领域本体的实现

本文在利用Protégé4.3创建OWL本体时,需要对填充的类、属性和实例进行相应的设置,以网状结构展示航空发动机领域的知识体系,并进行一定的知识推理。

#### 3.1 航空发动机领域本体类、属性和实例的设置

该领域本体在创建类的基础上定义对象属性和数据属性,设置属性特征和属性约束。如航空发动机部件“isPartOf”属性,其定义域和值域分别设置为“航空发动机部件”和“航空发动机”。该属性可设置为“transitive”,即具有传递性。为该属性添加限制条件,确保航空发动机部件“isPartOf”的值全部来自于“航空发动机”的实例(见图4)。因此,如果“航空发动机部件”的一个实例“涡轮增压器(TD07)”通过属性“ispartof”与“涡桨6”相连,那么可以推理得出“涡

桨6”是“航空发动机”的一个实例。以此增强语义表达能力和推理能力(见图5和图6),最后根据已建成的类、属性及关系进行实例添加。本研究本体主要对航空发动机的下位类概念进行实例填充,共创建1 000多个实例,本研究本体中的实例为试验性的,因而数量有限。以“WJ6发动机”为例,为抽象概念体系定义的属性特征填充具体属性值,从“WJ6”航空发动机的构成、制造工艺、故障维修、采用材料、研制机构、制造公司以及应用等方面展示构建的航空发动机领域本体的个体全貌<sup>[7]</sup>(见图7),以WJ6(涡桨6)为检索词可一次性检索出与涡桨6发动机紧密相关的多方面信息内容。



图 4 属性约束机制的限制



图5 推理前“TD07”不在对象属性中示意图



图6 推理后“TD07”自动填充到对象属性位置中示意图

### 3.2 航空发动机领域本体试验库可视化展示

本文基于Protégé4.3软件对航空发动机领域本体构建进行实践操作,设计并构建包含700多个概念、近50个对象属性、320多个数据属性和1 000多个实例的航空发动机领域本体试验库。以下通过可视化工具对本研究本体的结果进行展示(见图7,图8)。

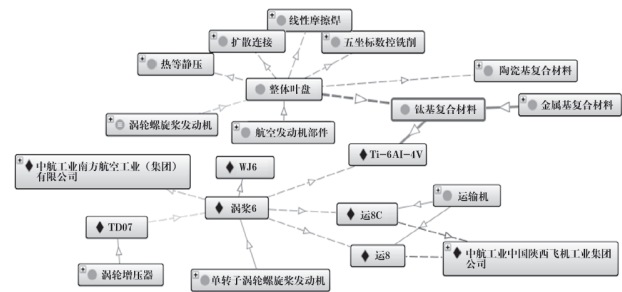


图7 航空发动机领域本体试验库可视化展示图  
(检索词: 涡轮6)

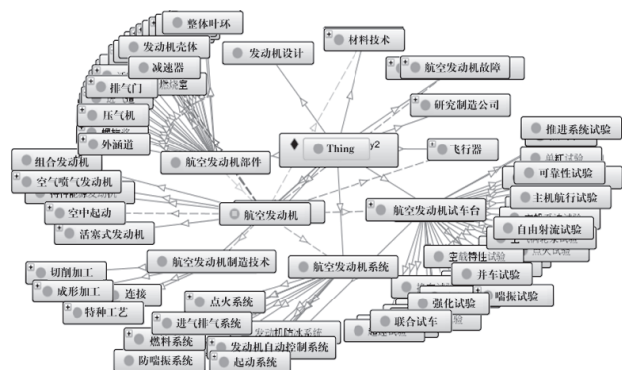


图8 航空发动机领域本体试验库可视化展示图

至此,在文献调研的基础上,结合《国防表》和国防数图数据库,选择OWL语言作为本体描述语言,采用七步法、利用Protégé4.3作为本体构建工具,初步完成航空发动机领域本体试验库的构建。但在领域本体库的构建中,因知识面难免片面以及领域新知识的不断变化,筛选的概念应动态管理,领域本体库的构建应是一个不断持续与积累更新的过程<sup>[8-9]</sup>。

### 4 航空发动机领域本体应用展望

本体可在知识表达和知识处理等诸多领域得到广泛应用,本文试图通过试验性地设计航空发动机领域本体试验库在国防数图中的应用环境,探索其应用方案,为航空发动机领域本体在航空发动机科研生产中的实际应用奠定应用基础。

航空发动机领域本体在国防数图应用环境框架的设计思想:知识层次以航空发动机领域本体为核心,以该领域知识管理为目标,有效地解决航空发动机领域知识管理中的问题(如航空发动机领域知识导航、组织、检索和挖掘等)。其整体应用环境框架结构如图9所示。

图9描述的本体应用环境分为前台和后台两种应用环境。后台环境为后台管理员提供本体库等的建立、维护工作;前台环境为用户提供可视化服务界面,为实现多领域知识检索,需提供领域知识分析器。具体步骤包括5点。

(1) 以构建“航空发动机领域本体”为本体试验库并进行扩建;将本体试验库中的数据,按规定的格式存储在国防数图的数据库中;如果检索系统对推理能力要求不高,航空发动机领域本体可用概念图的形式表示并存储,数据可以保存在一般的关系数据库中,采用图匹配技术完成信息检索。如果要求比较强的推理能力,一般需要用一种描述语言(如Loom、Ontolingua等)表示本体,数据保存在知识库中,采用描述语言的逻辑推理能力完成信息检索。由于本体能通过概念间的关系表达概念语义能力,所以能够提高检索的查全率和查准率。

(2) 以在国防数图数据库中按一定原则筛选的有关数据作为试验数据来源,形成应用样本库。

(3) 建立本体试验库与应用样本库间的关联映射。

(4) 对用户所需的应用提供可视化界面来获取请求,推理机制分析器按照本体把用户请求转换成规定

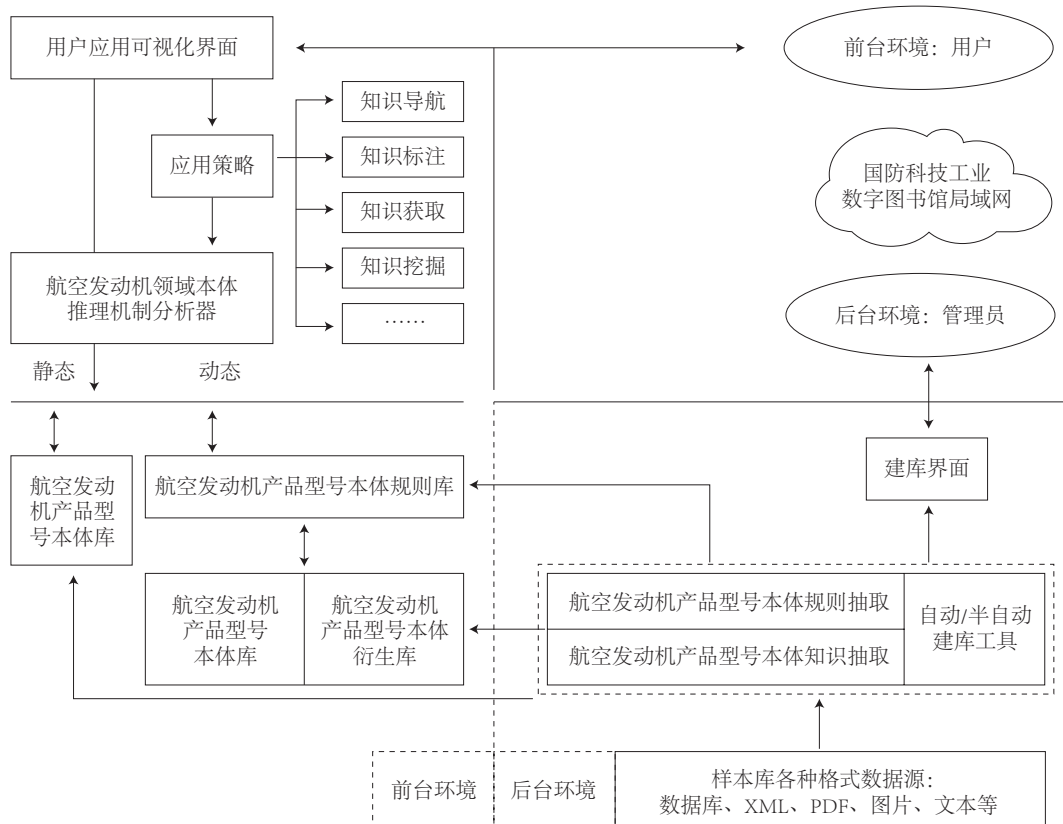


图9 航空发动机领域本体应用环境框架

的格式,在航空发动机领域本体的帮助下从样本库中匹配出符合条件的数据集。

(5) 检索的结果经过定制处理后,返回给用户。可根据不同用户的兴趣爱好及要求描述,编辑检索结果提供给用户,使用户与本体应用环境有更进一步的交互。

通过以上技术方法,可在国防数字图书馆系统中调用航空发动机领域本体试验库,尝试性地进行知识导航、知识检索、知识挖掘等方面应用实践试验<sup>[10]</sup>。

## 5 结语

由于本文所提的方法只限于理论层面,本体试验库建设也仅是试验性地就某一型号发动机为例建一完整的属性和关系,并没有对所有概念和实例进行定义,亦没有在实际中应用检验,所以构建方法在科学性和可操作性上还存在一些问题。如框架结构的完整性、类目选择的合理性及在概念关系的深入挖掘,提高本体推理能力等方面还有待更深入的研究。综上所述,航空发动机领域本体试验库的建立,立足于发动机的本质,从语义和知识层次上描述信息,具有良好

的概念层次结构;支持逻辑推理,能够捕获发动机领域知识;确定共同认可的术语,从不同层次的形式化模型中明确术语和术语间关系,实现人机更好的交流和知识共享;有助于提高航空发动机领域信息资源检索和知识服务的效率,在促进传统知识组织系统的转型发展方面有所突破;为国防科技领域本体的建立提供构建方法和过程,为更进一步研究领域本体在大数据环境下的数据发现和挖掘奠定基础,为其他领域本体的构建提供借鉴。

## 参考文献

- [1] 《新航空概论》编写组. 新航空概论[M].北京:航空工业出版社,2010.
- [2] 航空发动机概述[EB/OL].(2013-04-09)[2016-09-01]. <http://wenku.baidu.com/view/d7325e11ff00bed5b9f31df1.html?from=search>.
- [3] 赵琦.战斗机领域本体构建研究[J].网友世界,2013(13):95,98.
- [4] 林左鸣.世界航空发动机手册[M].北京:航空工业出版社,2012.
- [5] 张洋.世界飞机手册[M].北京:航空工业出版社,2011.
- [6] Ontology development 101:a guide to creating your first ontology[EB/OL]. [2016-09-01]. <http://protegewiki.stanford.edu/wiki/Ontology101>.



- [7] MERVIN R, MURUGESH S, JAYA A. Ontology construction for explicit description of domain knowledge[C]//International Conference on Innovation Information in computing technologies, 2015.
- [8] ABBURU S, BABU G S. Survey on Ontology Construction Tools[J]. International Journal of Scientific & Engineering Research, 2013, 4(6):1748.
- [9] 董慧, 王菲, 姜赢, 等. 基于数字图书馆的个体应用环境研究[J]. 中国图书馆学报, 2009(5):52-58.
- [10] 岳丽欣, 刘文云. 国内外领域本体构建方法的比较研究[J]. 情报理论与实践, 2016(8):119-125.

## 作者简介

曾雅萍, 女, 1963年生, 副研究员, 研究方向: 信息资源管理、知识组织及数字图书馆, E-mail: yapzeng36@aliyun.com。  
王波, 男, 1978年生, 高级工程师, 研究方向: 信息资源管理、知识组织及数字图书馆, E-mail: acai\_wb@126.com。  
冯昊, 男, 1984年生, 工程师, 研究方向: 信息资源管理、知识组织及数字图书馆, E-mail: adrfhao@163.com。  
魏清华, 女, 1976年生, 高级工程师, 研究方向: 信息资源管理、知识组织及数字图书馆, E-mail: weiqinghua\_hk@163.com。

### Aircraft Engine Domain Ontology Construction and Application Prospects

ZENG YaPing, WANG Bo, FENG Hao, WEI QingHua  
(Aviation Industry Development Research Center of China, Beijing 100029, China)

Abstract: Based on the analysis of literature statistics and the analysis of aviation power technology framework, the architecture of aviation engine domain ontology is designed, combining with *National Defense Industry Thesaurus*. The study on the construction and visualization of aviation engine domain ontology system is finished by using Protégé 4.3 ontology building tool. Finally, the application of aviation engine domain ontology is prospected. The efficiency of knowledge organization and knowledge service in aviation engine domain will be improved by this work.

Keywords: Ontology; Domain Ontology; Ontology Construction; Ontology Application; Aircraft Engine

(收稿日期: 2016-09-21)

## ■ 书 讯 ■

# 《汉语主题词表》(工程技术卷)

《汉语主题词表》自1980年问世以后,经1991年进行自然科学版修订,在我国图书情报界发挥了应有的作用,曾经获得了国家科学技术进步二等奖。为了适应网络环境下知识组织与数据处理的需要,2009年由中国科学技术信息研究所主持,并联合全国图书情报界相关机构,完成《汉语主题词表(工程技术卷)》的重新编制工作。

全书共收录优选词19.6万条,非优选词16.4万条,等同率0.84。在体系结构、词汇术语、词间关系等方面进行改进创新。为了方便工程技术领域不同专业用户使用,《汉语主题词表》(工程技术卷)按专业分13个分册出版,同时建立《汉语主题词表》服务系统,提供在线概念检索和辅助标引服务,通过可视化技术展示各类概念关系,是图书馆、档案馆、出版社、期刊杂志社、文献信息中心等专业工作者及科研、教育及工程技术领域人员必备的参考书。

《汉语主题词表(工程技术卷)》已于2014年由科学技术文献出版社出版,全书2300余万字,总定价3880元,可分册购买。