



支持复杂资源环境信息集成的共享词汇表设计技术*

Designing Technology of Sharing Glossary Supporting Complex Resources Environment Information Integration

蒋建军 王俊彪 晏祥斌 曹友明 / 西北工业大学 陕西省数字化制造工程技术研究中心

摘要: 制造资源信息共享词汇表能够消除复杂资源环境中共享信息的异构性问题, 提供了面向协同制造环境的共享资源信息集成的知识库。文章分析了复杂资源环境共享词汇表的构成要素, 采用用户视图的方法解决了信息资源的准确、全面的获取问题, 采用基于信息粒度的组织方式解决了离散信息资源的结构化组织问题, 采用元数据和信息编码技术解决了信息资源的标准化问题。在此基础上, 文章通过对构成共享词汇表的词典化要素的分析, 提出了复杂信息资源的共享词汇表设计框架和设计思路, 并结合实例设计了共享词汇表的构建过程; 最后, 从基于共享词汇表的资源体系规范化管理方案和基于共享词汇表的集成信息快速解析实现方案两个方面对共享词汇表的应用方案进行了分析和描述, 总结了共享词汇表的典型特征和应用能力。

Abstract: As the basic technology of information integration, manufacture resources sharing glossary can eliminate the information heterogeneity and provide a sharing knowledge to collaborative manufacturing environment. This paper analyzes the constituent elements of sharing glossary complicated in manufacture resources information environment, solves the information acquisition problem with accuracy and comprehensiveness by using the theory of user view. using the technology of information granulation, the paper figures out the information structured organization of discrete information resources. realizes information recourse standardization using the metadata theory and information code technique. On this basis, the paper analyzes the contracture elements and proposes the designing framework and process of the domain information sharing glossary. The application project of sharing glossary is described by the standardization management of information resources system and the rapid retrieval realization method of integration information based on sharing glossary. At last the paper summarizes the typical characteristics and application ability of sharing glossary.

关键词: 复杂资源环境; 信息集成; 共享词汇表; 信息编码

Keywords: complex resources environment; information integration; sharing glossary; information coding

0 引言

随着企业信息化的不断发展, 信息技术的应用逐渐由单一的系统应用向综合性、复合型的应用转变, 特别是异地协同和企业动态联盟的不断推进, 这种转化趋势日益显著^[1-3]。但是由于制造

企业信息资源具有多领域、多层次、多粒度的复杂特征(如图1所示), 具体表现在: 资源类别多, 涉及面广; 资源动态扩展性强, 配置关系复杂; 资源信息标准化程度低, 共享性差; 资源管理领域独立, 领域内系统管理较为成熟。这

些特征导致面向供应链的企业协同的制造资源信息集成的实现技术难度较大, 需要强化对信息集成模型的进一步研究。

国内外研究学者对此类问题的关键技术做了大量的研究, 近年来, 不断地提出不同的信息集成技术, 典型的有^[4-6]基于专用数据模式的接口转换、

* 基金项目: “十一五”优秀航空科学基金(2008ZG53062)项目资助。

基于标准数据模型的接口转换、基于统一数据模型的接口转换等。这些数据转换模式在信息集成中发挥了阶段性的作用,但也存在一些问题,例如,专用接口专注于接口的开发,随着信息系统的快速扩展,接口数量需要呈级数式增加,研究力度已逐步弱化;标准数据模型从信息组织的标准化入手,并没有从根本上改变接口函数的模式;统一数据模型需要重新梳理企业的信息资源,建立在单一数据源系统的支持下,不太适合信息系统发展较为成熟的企业。随着信息集成广度和复杂度不断提高,新的信息集成框架成为研究重点,如数据仓库模式^[7-8]和虚拟视图模式^[9-10],但数据仓库的信息集成方法难以适应信息源数目多且局部信息经常动态变化的信息环境。虚拟视图的方法执行效率较低、实现复杂,不能很好地解决信息异构性强且经常动态变化的信息环境。随着研究的不断深入,本体技术对共享信息的规范组织、自动解析和智能搜索的优势逐渐凸现,基于全局本体的共享信息模型逐渐成为一种主流的信息集成模型^[11-13],典型的信息集成系统^[14-15]有斯坦福的Info Bus、斯坦福与IBM的TSIMMIS、AT&T贝尔实验室的

Information Manifold等,此类问题的核心是需要提供一种类似于共享知识库的信息对照解析源。本文面向复杂的制造资源信息环境,提出一种从企业顶层出发,规范化组织信息的技术方案和实现途径——共享词汇表,在此基础上,通过信息本体的描述,构建共享的信息资源集成模型,进而为本体技术在复杂资源环境信息集成中的应用提供支持。

1 共享词汇表的基本要素

1.1 基本概念

定义1:制造资源信息共享词汇表是一种记录了制造资源信息概念及其关系的一种知识库。首先,通过规范化的信息组织手段描述了复杂资源的结构组织框架,并通过资源代码的描述形成了知识索引的机制;其次,通过标识具体信息对象的核心特征及构成核心特征的代码库支持,形成了各类资源对象的标准数据源,并通过管理异构信息的对照解析表,实现了异构信息的自动翻译;第三,采用信息本体技术描述各类信息概念、属性及其组成关系构成的信息核,并采用词典索引的信息组成机制,实现了集成信息的快速检索。共享词汇表具有如下特点。

a.方便发现概念。首先,共享词汇表的内容基于领域内的信息的基本属性相同。通过类域信息的分析总结,其中建立了比较全面的概念词条,并在概念词条的基础上形成了资源的体系结构框架,可以方便资源信息共享时快速发现概念。

b.方便发现关系。共享词汇表不是简单的将资源领域的信息进行堆砌,而是对其中包含的概念进行有机的组织,采用了一定的关系将各个概念联系起来,因此为概念间的

关系发现提供了基础。

c.方便术语描述。共享词汇表以企业的标准化信息组织为基础,对涉及到的信息资源进行了编码和数据元的描述,概念组织方式能为共享的信息系统所接受,因此可以为信息本体的术语描述提供支撑。

1.2 设计原则及基本术语

1) 设计原则

共享词汇表要遵循如下的设计原则:a.反映标准化的信息格式要求;b.反映明确的制造资源的结构体系;c.反映清晰的信息对象属性间的关系;d.具有清晰的描述结构,方便概念和关系获取。

2) 基本术语

鉴于词典模式对词汇组织的结构清晰化特征,本文按照词典构造的方式对共享词汇表进行设计。构成共享词汇表的基本术语包括:

a.类属元素:描述复杂资源信息的顶层分类,按照信息资源的基本属性将企业信息进行划分,通过类属可明确出制造资源的基本范围,例如,复杂资源信息类属可划分为产品类属、资源类属、管理类属、保障类属等。

b.类域元素:描述顶层分类下的具体类别,按照具体的信息类属所包含的各类信息的聚类特征进行划分,同一类域内的信息的基本属性相同。通过类域明确出复杂资源信息的基本类别。例如,产品类属可划分为主产品域、副产品域和配套产品域;资源类属可划分为设计资源域、制造资源域、保障资源域和服务资源域等;管理类属可划分为设计管理、制造管理、质量管理和 服务管理;保障类属可划分为设计保障、制造保障、运行保障、服务保障等。

c.类目:描述复杂制造资源信息的基本信息对象,按照信息类域的划分对类域内包含的具体信息对象进行明确。

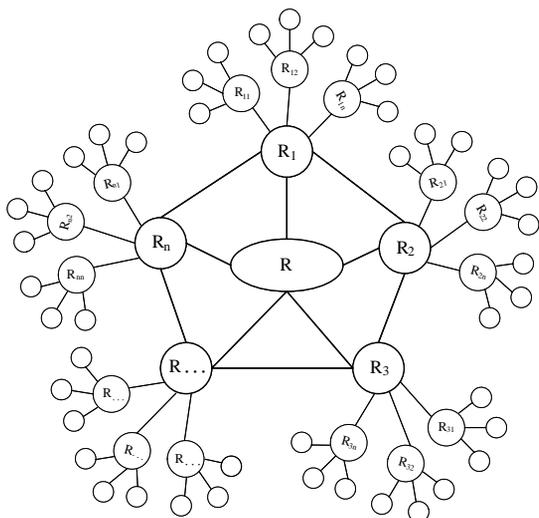


图1 复杂资源环境的信息特征



类目属性具备明确的指代关系,通过具体的信息对象类目描述,可列举出制造资源信息的所有对象。例如,制造资源域的具体类目可划分为制造方法、产品材料、制造工装、制造设备等。

d.属性:描述复杂资源信息对象的属性,采用列表的描述方式,分为两种属性类别:基本属性和应用属性。基本属性表征信息对象区别与其他属性的关键特征,通过信息编码来实现其标准化的描述;应用属性按照应用系统的使用特征进行组织,可动态扩展。

e.关系:描述复杂资源信息之间的上下位关系和属性隶属关系,包括两种:信息类目之间的关系(即信息对象间的关系)和属性间的关系。

1.3 基本设计思路

共享词汇表的设计思路遵循概念分析、概念组织、概念标准化的典型资源组织过程。首先,建立在对复杂制造资源全面分析的基础上,形成准确、完整的概念词条,并对所获取的基本概念进行规范化处理;其次,采用结构化的信息组织手段,对所获取的离散的概念词条进行结构化组织,形成概念体系的规范化组织结构模型;第三,采用标准化的信息描述方式对组织出来的信息资源进行描述,完成信息描述的标准化。基本设计思路如图2所示。

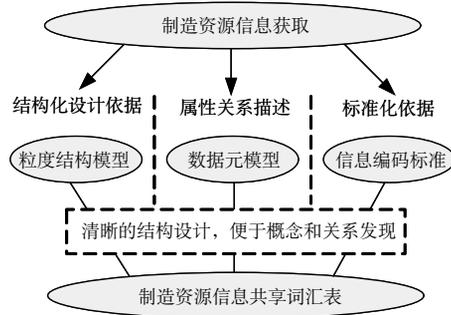


图2 共享词汇表的设计思路

设计思路要素分析:采用用户视图的信息获取方式对复杂资源环境信息

进行全面获取;将基于粒度的信息组织模式作为结构化设计的依据;将基于元数据的信息组织模型作为属性关系描述的依据;将信息编码标准及其数据库组织作为共享词汇表标准化的依据;共享词汇表遵循结构清晰的设计思路,建立的共享词汇表满足概念和关系发现的便捷性。

2 共享词汇表的资源获取和规范化技术

2.1 复杂资源信息的用户视图获取技术

用户视图(User View)是数据的集合,它反映用户有效执行业务过程所需的信息^[16]。基于用户视图的信息需求分析,可简化传统的实体-关系(E-R)分析过程。通过对用户视图的总结和整理,可得到企业中各类数据元素列表,实现如下要素:

1) 用户视图编码及命名

用户视图包括各种单证、报表、屏幕数据格式等。大型制造企业用户视图的数量非常庞大,而且没有统一的管理部门,各处级甚至科室部门都可以自行制定用户视图。因此,首先必须对现有的用户视图进行分类和编码及命名,实现制造资源信息整理的规范性。

2) 用户视图记录

用户视图记录内容:数据项标识。采用数据项名称汉语拼音的首字母大写作为数据项的标识;数据项名称。用户视图中对数据项的表示一般为汉字;数据项含义。对于某些容易引起歧义的数据项名称,需要给与补充说明具体含义;信息来源单位(或应用系统)。从外单位获得填写外单位名称,对于本单位自己采集的填写本单位的名称,从应用系统中查找的填写应用系统名称。

3) 用户视图的数据结构规范化

记录的用户视图远远没有达到数

据结构规范化的要求,必须对其进行规范化处理,以达到基本表(Base Table)的要求。基本表具有原子性(表中的数据项是数据元素)、演绎性(可由表中的数据生成全部输出数据)和规范性(表中数据结构满足三范式要求)。

采用用户视图的方法可以全面地获取各类制造资源信息,在进行数据结构规范化之后,由于所得到的资源信息仍然是离散的,需要进行结构化组织和标准化描述。

2.2 制造资源信息的粒度结构组织及标准化

采用基于粒度结构的分析方法^[17],对用户视图组织出来的资源信息进行分析,可构建资源信息的粒度结构模型如图3所示。

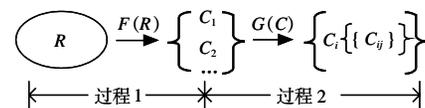


图3 制造资源信息的粒度结构模型

过程1:资源信息对象及其特征的组织(图4)。

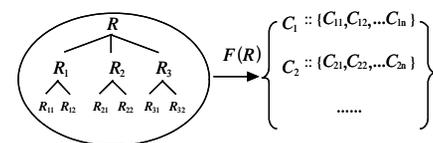


图4 制造资源信息对象及其特征的组织

1) R 表示复杂资源信息的对象集; R_i ($i=1, 2, \dots$)对应于复杂资源的信息类域,可动态扩展; R_{ij} ($i=1, 2, \dots; j=1, 2, \dots$)表示资源类域中包含的资源对象,例如,制造资源类域包括制造方法、产品材料、加工设备、制造工装等,可动态维护和扩展。

2) $F(R)$ 表示制造资源信息对象的特征映射机制;用于描述制造资源信息对象向全生命周期的产品研制阶段进行映射的规则,依据各产品研制阶段对信息对象主要特征的加工和处理,目的

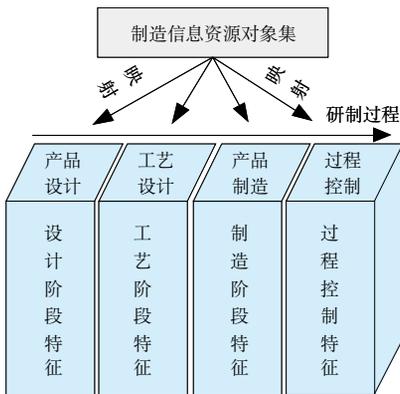


图5 制造资源信息对象的特征映射机制

是得出各信息对象的应用特征属性,如图5所示。

3) $\{C_1, C_2, \dots\}$ 表示信息对象的特征集合; $C_k (k=1, 2, \dots)$ 对应于 R 集中的对象 R_{ij} , 由 $\{C_{kn}\}$ 构成; C_{kn} 表示信息对象的具体特征, 由信息对象在产品研制各阶段上进行映射而得。

过程2: 制造资源信息对象特征的描述及标准化

1) $G(C)$ 表示特征的组织机制, 由 $\{G_1(C), G_2(C)\}$ 构成。其中 $G_1(C)$ 表示基本属性特征提取技术, 基本属性构成信息对象的编码描述; $G_2(C)$ 表示应用系统需求, 描述了各信息系统的特征组合方式。

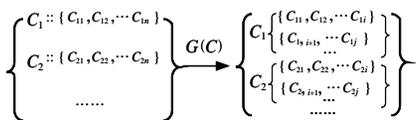


图6 制造资源信息对象的特征组织

2) $\{C_i, \{C_{ij}\}\}$ 表示信息对象的特征组合方式的集合, 通过 $G(C)$ 组织机制对 $\{C_{kn}\}$ 的组合实现。 $\{C_{i1}, C_{i2}, \dots, C_{ij}\}$ 表示信息对象关键特征的组合, 构成了信息对象实体的唯一编码; 其他特征为应用特征组合, 构成了应用系统的具体需求。

3) 制造资源信息标准体系依据粒度结构对信息对象及其属性的组织模型, 按照基于元数据^[8]的组织模式对信息对象及其属性和属性关系进行标准

化, 包含要素如下: a. 对象类别标识——构成对信息对象的类别标识, 用于区分对象集中不同的对象类。 b. 基本属性特征——构成具体对象唯一编码, 起到唯一标识的作用, 用于对信息对象的检索。 c. 一般特征——信息对象的使用特征, 通过围绕产品全生命周期的分析, 考虑信息对象在产品各阶段和各种应用系统中体现出来的使用特征。 d. 组合特征——按照应用系统的使用需求, 将一般特征进行组合, 便于系统快速便捷的使用, 提高检索效率。 e. 组合特征标识——构成对组合特征的标识, 采用先后注册顺序进行标识。

3 共享词汇表设计与集成应用方案

3.1 共享词汇表的设计方案

1) 基本构成要素的词典化分析

依据词典的组织模式, 复杂资源环境共享词汇表的组织关系模型如图7所示。共享词汇表对基本构成要素词典化分析内容包括三个方面:

a. 类属元素的词典化。类属元素的词典化包括两个方面的内容: 类属元素的列举清晰的描述了资源的基本种类; 类属元素的编码描述了资源的基本索引方式。类属元素的内容进行编码描述如表1所示, 编码的取值按照类属元素在制造企业中的关键性不同进行排序, 以方便聚类抽象。

b. 类域元素的词典化。类域元素类同于词典中的同类字母的集合, 但不同的是类域元素具有共同的特性。构成类属的具体类域种类原则上一旦确定则不做调整。类域元素按照类属元素的划分进行具体明确, 其编码描述的目的是

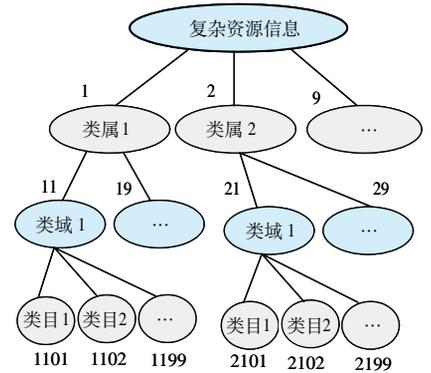


图7 共享词汇表组织关系描述

表1 复杂资源信息类属划分示例

名称	产品属	资源属	管理属	保障属
标识	1	2	3	4

建立知识索引的机制。类域元素的编码描述如表2所示, 编码的取值按照类域元素的注册顺序给定。在类域中需要描述的内容包括类域所隶属的类属元素的种类(上位关系)和包含的类目种类(下位关系), 以方便分类和聚类抽象。类域元素包含的具体类目可以扩展。

c. 类目元素的词典化。类目元素是构成共享词汇表的基本组成单元, 在词典中以具体的条目列出。以资源类属为例对具体的类目元素划分示例如表3所示。

类目元素包含的内容比较丰富, 具体如下。首先, 需要描述该类目元素所隶属的类域(即其上位关系); 其次, 需要描述该类目所描述的信息对象的具

表2 复杂资源信息类域划分示例

类属1	产品类属			
域名称	主产品	副产品	配套产品	
标识	11	12	13	
类属2	资源类属			
域名称	设计资源	制造资源	保障资源	服务资源
标识	21	22	23	24
类属3	管理类属			
域名称	设计管理	制造管理	质量管理	服务管理
标识	31	32	33	34
类属4	保障类属			
域名称	设计保障	制造保障	运行保障	服务保障
标识	41	42	43	44



表3 复杂资源信息类目划分示例

类域	资源类属(2)				
类域	设计资源域(21)				
名称	标准件	典型零件	典型知识	专业设计资源	
标识	2101	2102	2103	2104,2105,...	
类域	制造资源域(22)				
名称	制造方法	材料	成品	设备	...
标识	2201	2202	2203	2204	...
类域	保障资源域(23)				
名称	刀具	量具	工具	计算机	...
标识	2301	2302	2303	2304	...
类域	服务资源域(24)				
名称	部门	人力	供应商	财务	...
标识	2401	2402	2403	2404	...

数据。

2) 共享词汇表设计的基本方案

共享词汇表包括两项内容,其中类目关系的设计描述了信息对象之间的结构,是信息集成知识索引的基础;属性关系的设计描述了属性之间的关系,是本体实例化分析的基础。

直接隶属和联合隶属两种,反应了属性之间的层次关系;第三种为类目及属性之间对照解析关系,描述了异构信息之间的对照解析机制,如图8所示。

b.属性结构关系的描述

依据词典模式的组织方式,类目元素构成了共享词汇表最为基础的描述内容。在具体类目的描述中要将信息对象所包含的基本属性、应用属性、属性关系、对象应用系统等核心内容进行清晰描述,其中属性结构关系为描述重点,如图8所示。其中:

a) 类目描述层将具体信息对象所属的类域和类属进行清晰说明,并对该信息对象所应用的信息系统进行标注。

b) 属性描述层将具体信息对象的基本属性(构成信息对象明确的排他性说明)和应用属性进行列举,并将基本属性之间的隶属和联合隶属关系进行标注。

c) 属性编码层将构成信息对象的基本属性和应用属性进行标准化,依据前文所述的编码库为支撑,对基本属性和应用属性进行描述。

d) 异构信息的对照解析机制由基本属性及其标识代码形成的对照关系予以实现。对照关系包含两种:属性描述的对照解析(对基本属性的描述方式之间的对照,例如,材料中的大类与分类在不同系统之间的描述异构),属性实例代码值之间的对照解析,对具体属性的代码值之间的对照解析,例如,材料的具体分类在不同系统之间的代码异构,系统A中01表示黑色金属与系统B中02表示黑色金属。

3) 共享词汇表设计示例

按照上述的共享词汇表设计思路和方案,结合通用制造资源信息对象——材料,进行共享词汇表的设计,

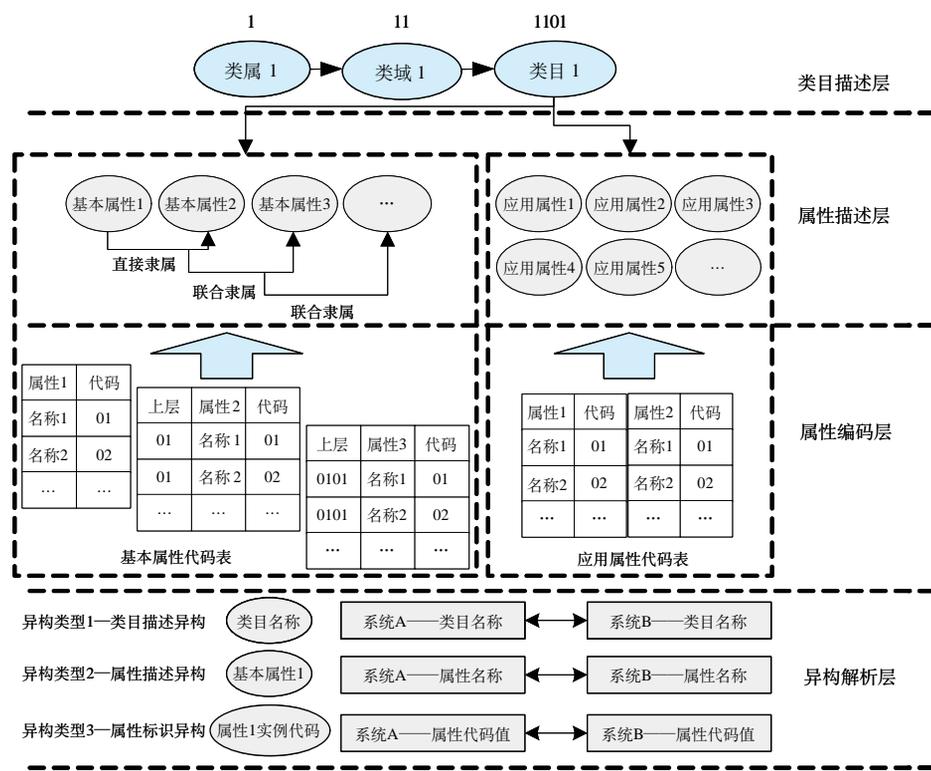


图8 共享词汇表属性关系描述

体属性,包含基本属性和应用属性;第三,需要描述属性之间的关系包括:直接隶属关系和联合隶属关系等;第四,需要提供异构信息之间的对照解析机制,按照不同系统中对信息对象及其关键属性的描述方式进行集中的对照解析;第五,对不同信息对象的属性值的实例数据和对照解析机制由信息编码库进行描述,以用于构造本体化的实例

a.类目关系的描述

依据词典模式的组织方式,制造资源信息的共享词汇表首先需要反映整个词典的组织结构关系及其描述内容。类目元素形成的关系包含三种:第一种关系为类目的隶属关系,此类关系通过类属、类域和类目之间的逐层隶属予以实现;第二种关系为形成类目元素的信息对象基本属性之间的隶属关系,包括

表4 复杂资源信息共享词汇表设计示例(部分属性)

类目(信息对象)	材料	基本标识	2202	应用系统	设计系统、材料管理系统、ERP管理系统等
所属类属	资源	2	所属类域	制造资源	22
基本解释	制造企业用于制成产品所要消耗的基本材料				
属性名称	类型	数据宽度	属性类别	属性隶属关系	异构描述
名称	字符型	50	应用属性	无	同构
材料代码	字符型	20	基本属性	材料对象实例化标识	材料编号
材料分类	字符型	20	基本属性	基本分类依据(1层)	材料大类
材料规格	字符型	50	基本属性	隶属于材料代码	同构
计量单位	字符型	10	应用属性	不做具体隶属说明	同构
供应商	字符型	20	应用属性	不做具体隶属说明	供货商
牌号	字符型	20	基本属性	隶属于材料大类	同构
技术标准	字符型	20	基本属性	隶属于大类和牌号联合体	同构
供应状态	字符型	20	基本属性	隶属于大类和牌号联合体	同构
基本形状	字符型	20	应用属性	不做具体隶属说明	同构
出厂日期	字符型	20	应用属性	不做具体隶属说明	同构
...
补充说明	1. 基本属性描述了具体实例化的材料信息对象,使用中不作扩展; 2. 应用属性描述了材料对象在具体系统中的应用,可根据具体的需要进行扩展; 3. 材料代码作为对属性的标准化描述方式,采用具体的信息编码数据库进行支持,在此不作示例。				

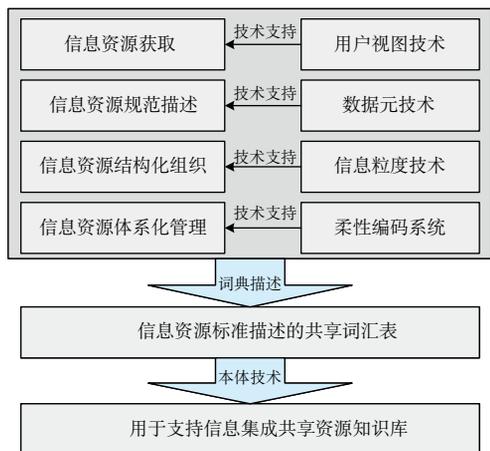


图9 基于共享词汇表的信息资源体系规范管理

设计实例如表4所示。

3.2 共享词汇表的应用方案

共享词汇表应用主要体现在两个方面,其一是提供对复杂资源体系的规范化管理,其二是在共享词汇表的支持下实现集成信息的快速解析。

1) 基于共享词汇表的资源体系规范管理

共享词汇表提供了复杂资源环境中信息资源体系的规范管理方案,在企业中的应用框架如

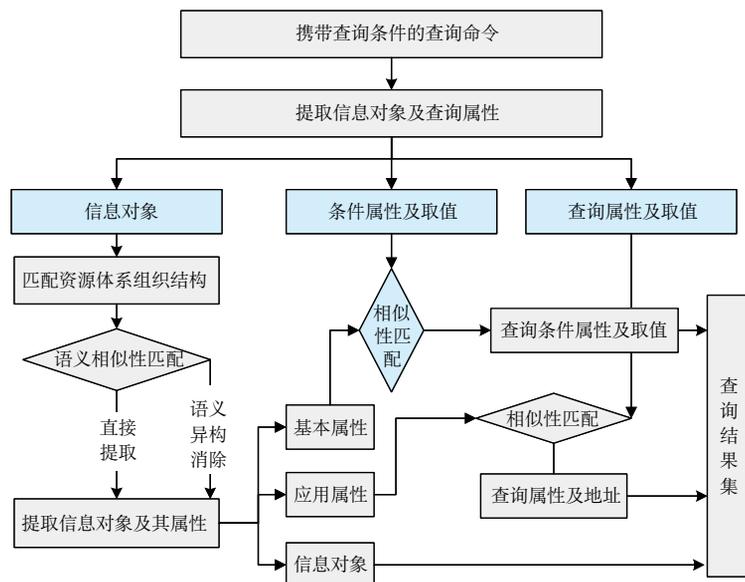


图10 基于共享词汇表的集成信息快速解析机制

图9所示。在本体技术的支持下,通过对各类信息对象形成的共享词汇表进行描述,可形成支持信息集成的共享资源知识库。

2) 基于共享词汇表的集成信息快速解析

信息集成的技术实质可简单描述为:通过查询命令携带的查询条件信息从目标系统中获取符合条件的结果集,并返回查询指令发出系统进行相关操作。共享词汇表提供的集成信息快速解析机制如图10所

示。现结合一条典型的查询命令“获取某编号零件所使用的材料牌号及其供应该牌号的供应商电话及营销代理”来简要描述实现的基本方案。

第一步:查询命令的解析。查询命令主要通过信息对象及其取值、信息属性及其取值所构成的列表组成。通过语义分析算法对查询命令进行解析,提取出需要查询的信息对象和查询的属性。

第二步:匹配共享词汇表提供的资源体系组织结构,并对所获取的信息对象进行语义相似性匹配,消除语义异构的现象,得到具体的信息对象概念实体,如零件、材料、供应商。针对所获得的信息对象从共享词汇表中提取出三种要素:该信息对象的基本属性、应用属性和信息对象的具体描述。

第三步:对所获取的信息对象的基本属性和查询属性中的条件属性进行语义相似性匹配,得到具体描述该信息对象的相关约束,例如,对零件对象的基本属性提取和匹配的结果为零件代码,并将界面获取的零件编号值赋予相应的实体,对材料对象基本属性匹配的结果为材料代码和材料牌号,对供应商对象基本属性匹配的结果为供应商代码。



第四步：对所获取的信息对象的应用属性和查询属性进行语义相似性匹配，并从共享词汇表中提取应用属性对应的信息系统，得到具体的查询属性和查询地址，例如，对零件对象匹配出来的应用属性为所采用材料的代码和牌号，对材料对象匹配出来的应用属性为该材料的供应商代码，对供应商对象匹配出来的应用属性为供应商电话和营销代理。

第五步：通过匹配出来的信息对象、查询条件及取值、查询属性及地址到相应的应用系统中执行查询可获得需要的查询结果集，采用本体技术的封装模型对该查询结果集进行封装以满足信息集成的需求。

3) 基于共享词汇表的信息集成应用效果

共享词汇表提供了复杂资源环境中信息规范化描述的一种手段，首先它通过规范化的信息组织和信息描述手段实现了对复杂资源环境的信息梳理，可形成企业的规范数据源。共享词汇表以柔性编码体系为基础，将资源体系的结构和信息对象及其属性特征进行了很好的组织，描述出来的术语具有通用性、共享性和精确性等特点。同时，信息编码体系可以动态地扩展资源，并提供各类信息描述的对照解析机制，因此，规范化的信息描述同时可实现异构信息的对照解析。

其次，基于共享词汇表的集成信息快速发现和解析，实际上是一个模式匹配的过程。在共享词汇表中，概念是通过具体的信息对象来表示的，一个概念并不是简单的描述为一个对象的集合，而是通过描述为适用某种专门的“知识描述语言”的一个语义表达式。通过本体技术的支持，共享词汇表构建了共享的信息资源的知识库，进而为本体技术

在复杂资源环境信息集成中的应用提供了支持，当然，具体的实现机制相当复杂，本文仅描述基本实现思路。

4 结束语

本文提出的复杂资源环境下的信息集成共享词汇表设计是一次大胆的尝试，所构建的制造企业共享词汇表构建在制造资源信息完整、准确获取，清晰的结构描述和标准化的资源梳理的基础上，因此构建出来的复杂制造资源信息共享词汇表具有如下特征：

- a. 能够全面、准确地获取信息资源，反映完整的制造资源信息的特征；
- b. 可以通过一种规范化的方式对所获取的制造资源信息进行扩充和管理，如通过企业的信息编码体系可实现对资源信息的管理；
- c. 可以快速准确地解析制造资源信息，共享词汇表采用结构化的信息资源组织模式，模式内各种概念对象和概念关系采用编码索引的模式进行管理，可快速解析；
- d. 可以形成对制造资源信息集成的良好支持，以共享词汇表形成的规范化信息描述格式能够提供各类信息的异构解析和统一描述，因此能够提供一种知识的共享机制。

AST

参考文献

- [1] 范玉顺, 刘飞, 祁国宁. 网络化制造系统及其应用实践[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003. 11-19.
- [2] 范玉顺, 李建强. 企业集成与集成平台技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2004. 163-165.
- [3] 范玉顺. 网络化制造的内涵与关键技术问题[J]. 计算机集成制造系统, 2003, 9(7): 576-582.
- [4] S. Spaccapietra, C. Parentm & Y.

Dupont. Model independent assertions for integration of heterogeneous schemas [J]. VLDB Journal, 1992, (1): 81-126.

[5] M. Gyssens, J. Paredaens & D. Van Gucht. A grammar-based approach towards unifying hierarchical data models [J]. SIAM Journal on Computing 1994, 23(6): 1093-1137.

[6] S. Bergamaschi, S. Castano, S. De Capitani di Vimercati. An Intelligent Approach to Information Integration. Proceedings of the International Conference on Formal Ontology in Information Systems (FOIS-98), Trento, Italy, 1998: 253-267.

[7] J. Hammer, H. Garcia-Molina, J. Widom. The Stanford data warehousing project [J]. IEEE Bulletin of the Technical Committee on Data Engineering. 1995, 18(2): 41-48.

[8] 孙明, 李庆忠, 多数据仓库环境下的主动数据更新算法. 计算机集成制造系统, 2006, 5(5): 773-776

[9] S. Castano, V. De Antonellis, et al. Global Viewing of Heterogeneous Data Sources [J]. IEEE Trans on Knowledge and Data Engineering, March/April, 2001, 13(2): 277-297.

[10] Zhiyuan Chen, Chen Li, Jian Pei, et al. Recent Progress on Selected Topics in Database Research [J]. Journal of Computer Science & Technology, 2003, 18(5): 538-552.

[11] Jaime. R. et al. Information Extraction and Integration from Heterogeneous, Distributed, Autonomous Information Sources: A Federated Ontology-Driven Query-Centric Approach [J]. IRI 2003: 183-191.

[12] 刘海滨, 李冠宇, 刘发军, 基于 Ontology 的信息集成研究综述 [J], 计算



直升机结构损伤容限技术研究现状与展望*

Review of Damage Tolerance Technology for Helicopter Structures

云新尧 付裕 熊峻江 / 北京航空航天大学交通科学与工程学院

摘要: 简要概述了直升机结构中的损伤容限问题,重点阐述了目前工业界直升机损伤容限的设计方法以及学术界对直升机损伤容限设计的一系列前沿性研究,最后展望了直升机损伤容限设计的未来发展方向。

Abstract: This paper briefly summarizes the damage tolerance problems in helicopter structures design, elaborates industrial design methods and a series of pioneering academic studies toward damage tolerance of helicopters in detail, and predicts the future development trends for damage tolerance design of helicopters.

关键词: 直升机; 损伤容限; 载荷谱; 裂纹

Keywords: helicopter; damage tolerance; load spectrum; crack

0 引言

直升机结构及其飞行特点决定了直升机的许多动部件(如旋翼、尾桨等)常处于非定常气动流场之中。由于动部件的高速转动,直接导致直升机主要动部件及其相邻结构在高频低幅的振动疲劳载荷环境下工作,直升机结构疲劳载荷特点决定了其大部分使用寿命为裂纹形成寿命,而裂纹扩展寿命相对较短,因此,难以确定合理的检修周期。以往人们总是根据过去的外场使用经验确定检修间隔,这些方法有时可能不够合理和精确。此外,直升机在使用过

程中不可避免地会遭受外界化学、气候和热环境的影响,其金属材料会产生腐蚀,非金属材料会发生老化,从而产生结构的腐蚀/老化损伤。对于经过一定服役年限的老龄直升机,这种现象尤为严重,随着服役年限的增加,这些老化/腐蚀损伤呈现较快的发展趋势,对飞机的使用安全、出勤率以及经济性均有重大危害。因此,精确制定检修周期和合理使用维护至关重要。

长期以来,直升机结构疲劳设计采用安全寿命设计方法。在安全寿命设计中,所有疲劳关键构件都有具体使用寿

命,实际使用过程中要求疲劳关键部件在达到使用寿命之前予以修理或更换,以使发生疲劳破坏的概率降到最低。安全寿命设计方法仅适用于可统计预测的破坏,而不能定量地描述材料本身可能存在的缺陷。多年的实际经验表明,安全寿命设计方法在直升机结构设计中存在一定缺陷。首先,疲劳破坏常由诸如工艺缺陷、维护失误和使用诱发的损伤等意外因素引起,安全寿命设计方法均未考虑这些因素;其次,材料的S-N特性曲线与结构件的真实疲劳特性不完全一致,这样就需要对结构件

机工程与应用,2005,25:159-162

[13] 王真星,但唐仁等,本体集成的研究[J],计算机工程,2007,1:4-6

[14] Neal G. Shaw, Ahmad Mian, Sury B. Yadav. A comprehensive agent-based architecture for intelligent information retrieval in a distributed heterogeneous environment[J]. Decision Support Systems, 2002,(32): 401-415.

[15] 史海燕,毕强. 国外主要信息集成项目介绍与评析,情报科学,2004,7: 839-844

[16] Junbiao WANG, Hu DENG, Jianjun JIANG, etc, EAI-oriented information classification code systems in manufacturing enterprises [J], Frontiers of Mechanical Engineering in China, 2008, 3(1): 81-85.

[17] 蒋建军,王俊彪,姜澄宇等,制造信息资源粒度结构分析与编码技术研究[J],西北工业大学学报,2007,4(2): 245-250]

作者简介

蒋建军,教授,博士,从事数字化制造技术研究。