

基于 OWL 的制造资源本体建模

魏军英¹, 钟佩思¹, 郭春芬¹, 杨艳东²

(1. 山东科技大学 机械电子工程学院, 山东 青岛 266510; 2. 微山山水水泥有限公司, 山东 济宁 272199)

摘要: 针对企业制造资源管理中存在的问题, 结合本体建模在知识重用和共享方面的优势, 建立制造资源分类体系, 并以标准零件资源为例, 按其属性定义了本体分类层次树。通过分析标准零件资源中滚动轴承的属性信息, 基于本体语言 OWL 建立了滚动轴承的本体信息模型。OWL 语言有丰富的语义表达能力, 因此建立的本体模型能更好地反映概念间的本质联系和语义关系, 为制造企业制造资源的发现、共享和重用奠定良好的信息化基础。

关键词: 制造资源; 本体; 网络本体语言

中图分类号: TP393.09

文献标志码: A

文章编号: 1672-3767(2011)01-0058-04

Ontology Modeling of Manufacturing Resources Based on OWL

WEI Junying¹, ZHONG Peisi¹, GUO Chunfen¹, YANG Yandong²

(1. College of Mechanical and Electronic Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao, Shandong 266510, China; 2. Weishan Shanshui Cement Co. Ltd., Jining, Shandong 272199, China)

Abstract: According to the problems existed in resources management of manufacturing enterprises, the classification system of manufacturing resources was established by combining with the advantages of ontology modeling in knowledge reuse and sharing. Taking the standardized parts resources as examples and according to their attributes, the ontology classification hierarchic tree was defined. By analyzing attribute information of rolling bearing, its ontology information model was built up based on OWL. Due to the ample semantic expressive competence, the OWL-based model can better reflect essential relationship and semantic relations between concepts, establishing a better informationization foundation for the discovery, reuse and sharing of manufacturing resources.

Key words: manufacturing resources; ontology; web ontology language

制造资源是企业完成产品整个生命周期所有生产活动的物理元素的总称^[1], 是制造企业运营的基础。按照“大而全”或“小而全”的思路^[2], 一个现代企业必须具备完善的制造资源, 才能不断提高参与市场竞争的能力, 但单个企业不可能完全具备市场竞争所必需的全部条件和资源, 特别是中小企业在这些方面存在严重不足。

信息技术的发展给制造企业带来了巨大的影响, 制造企业可以通过网络提供的资源实现产品的快速设计制造、网上设备的订购与预约等。但网上提供的各种资源数量和种类繁多, 并且制造资源分布不均, 信息化程度低, 因此, 有必要提供一个资源共享的平台, 充分利用区域内科研院校和各种制造企业的设计、设备、零件、软件、知识等各种制造资源, 发挥这些资源的优势和作用。但由于各种制造资源缺乏统一、完整的定义和表达, 不利于制造资源的共享, 因此迫切需要建立合理的制造资源模型。

1 制造资源定义及分类

制造资源分为狭义制造资源和广义制造资源^[3]。广义制造资源是指完成产品整个生命周期的所有生产活动的物理信息及技术要素物的总和, 包括了设计、制造、维护等相关活动过程中涉及的所有软硬件元素。

收稿日期: 2010-11-29

基金项目: 山东省科技攻关计划项目(2010GGX10408); 山东科技大学科学研究“春蕾计划”项目(06540040423)。

作者简介: 魏军英(1973—), 女, 山东淄博人, 讲师, 博士研究生, 主要从事机械设计、CAD/CAM 技术等研究。

E-mail: jdwyj0726@163.com.

狭义制造资源主要指加工一个零件所需要的物质元素,是面向制造系统底层的制造资源,主要包括机床、刀具、夹具、量具和材料等。

制造资源分类就是把具有某种共同属性或特征的制造资源归并到一起。资源分类是制造资源建模的重要部分,必须采用标准统一的分类方法,使制造资源模型在描述、表达和理解上具有一致性^[4]。为便于资源的集成和共享,同时便于制造资源的组织和管理,结合区域资源情况,按照制造资源的属性及其在制造过程中发挥的作用,本文将制造资源界定在广义概念上,将其分为 9 大类。(1)行业专用产品:各制造企业生产的专门用于某行业的产品,如纺织机械、煤矿机械产品等。(2)标准零件资源:广义概念上符合国家标准或各种行业标准的各种标准件、通用件。(3)设备物资资源:各种加工设备、运输设备、检测设备、夹具、量具以及企业的各种物资材料等。(4)设计知识资源:用于产品设计与决策的各种信息与经验,包括规则类知识、实例类知识和约束类知识等。(5)软件系统资源:各种设计用软件系统,如 CAD、PRO/E 等。(6)专家人才资源:科研院所、企业的各种高层次人才、技术人才等。(7)人才培养资源:用于企业人员培训或自我学习的资源。(8)科技信息资源:企业或高校科研院所的各种科技专利知识信息等。(9)其他信息资源:企业闲置资金信息资源等。

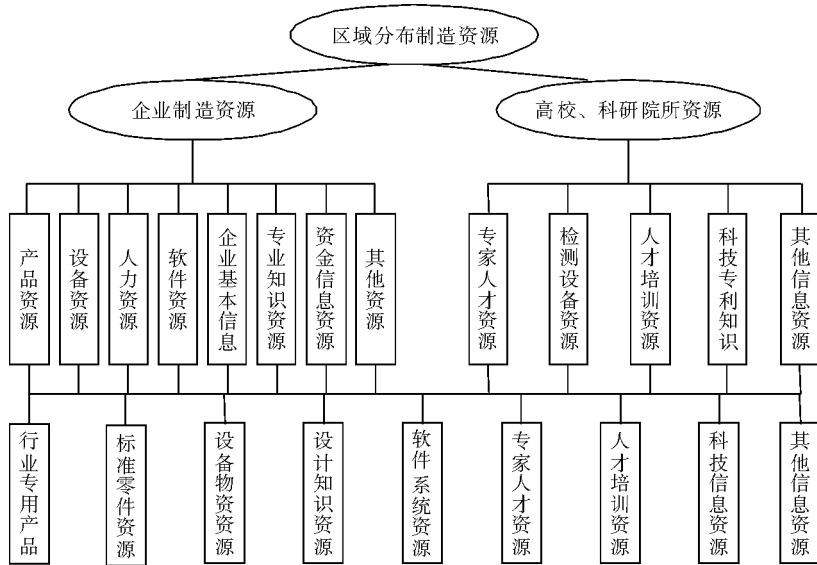


图 1 制造资源的分类图

Fig. 1 Classification of manufacturing resources

2 本体建模

2.1 本体的概念

本体(ontology)又称为实体,是一个来源于哲学的概念,它对客观世界的事物进行分解,发现其基本的组成部分,进而研究客观事物的抽象本质。目前被广泛接受的关于本体的定义是 1998 年 Studer 等^[5]给出的,即本体是共享概念模型的明确的形式化规范说明。本体的分析能够澄清领域知识的组织与结构,为知识表示、概念建模奠定基础。近年来,本体的概念被越来越多地应用于计算机知识工程领域,用来表达人们对于问题领域知识的共同理解,方便知识的重用和交互。

2.2 本体描述语言 OWL

本体具有良好的概念层次结构和对逻辑推理的支持,其表示语言及建模是一个重要的研究内容。目前本体语言众多,如 RDF、RDF(S)、DAML+OIL、OWL 等,其中 OWL (web ontology language)是 W3C 组织推荐的国际通用的标准本体描述语言,具有与多种本体语言的兼容性和交互性,其底层语法符合 XML 标准格式,所以基于 OWL 建立的本体有很丰富的语义表达能力并具有完善的推理机制,在对网络资源的标引和本体构建方面,比其他本体描述语言建立的本体更能够清晰完整地表达领域内的概念和概念之间的联系,具有广阔的应用前景。

2.3 本体建立过程

建立本体的过程一般包括三个主要阶段^[6]:(1)确定本体的领域范围和目标。(2)列举本体的概念,建立概念分类体系;定义类、关系和属性及实例等,用本体建模语言对本体进行形式化描述。(3)本体的一致性及其完备性评价。

3 基于 OWL 的本体表示实例

以制造资源中的标准零件资源为例,来建立基于 OWL 的资源本体。

3.1 标准零件资源分类层次树

把标准零件资源进行高层次抽象化,按照零件的资源属性、功能属性、解原理属性、结构属性划分^[7],定义出标准零件的本体分类层次树,如图 2 所示。

第一层:从资源属性出发,根据标准化级别进行分类。

第二层:从功能定义出发,以相同的功能定义将上层划分为紧固件、传动件等。

第三层:从解原理定义出发,对相似或相同的实现功能的解原理进行归类,将该类解的原理对应的物质对象归并。例如,可将紧固件细分为螺栓、螺母、垫圈等;将轴承及其附件细分为滚动轴承、滑动轴承等。

第四层:从结构属性出发,按结构差异划分为不同的实例类,如滚动轴承可分为向心轴承、向心推力轴承、推力轴承等。

3.2 标准件信息的本体模型

按照标准零件资源的划分,不同零件具有不同的属性,可将其信息进一步划分,抽象出其信息层次。以滚动轴承为例,可将其属性信息分为基本信息、结构信息和功能信息,如图 3 所示。结合滚动轴承的属性信息及图 2 中的概念分类层次,滚动轴承的部分概念和属性之间的关系如图 4 所示^[8]。

3.3 基于 OWL 的本体表示实例

以向心轴承为例说明 OWL 表示本体的方法。其中:rdfs:subClassOf 定义了概念之间父类与子类的关系,反映了类的层次结构;owl:ObjectProperty 表示为对象属性,用于表示个体之间的关系;owl:DataProperty 为数据属性,表示一个个体与一个 XML Schema 中认可的数据类型之间的关系。

(1)向心轴承的概念表示

```
<owl:Class rdf:ID="向心轴承">
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#滚动轴承"/>
</owl:Class>
```

表示“向心轴承”是“滚动轴承”的一个子类。其中 subClass 表示类公理,描述了两个概念之间的继承关系。

(2)对象属性的表示

```
<owl:ObjectProperty rdf:ID="支承">
  <rdfs:domain rdf:resource="#滚动轴承"/>
```

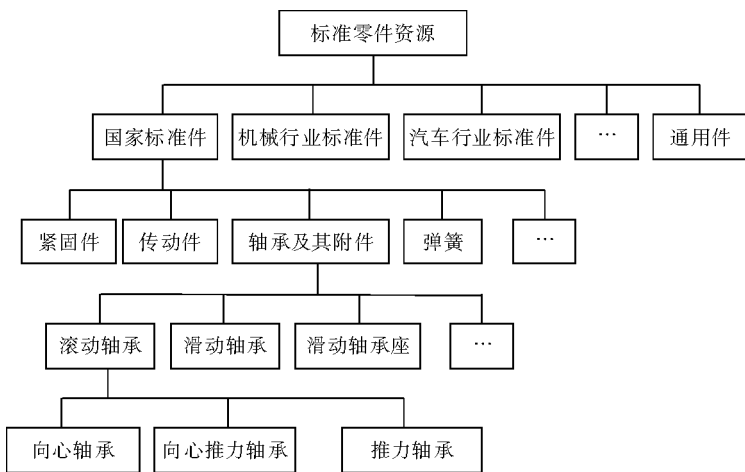


Fig. 2 Classification hierarchic tree of standard parts resources

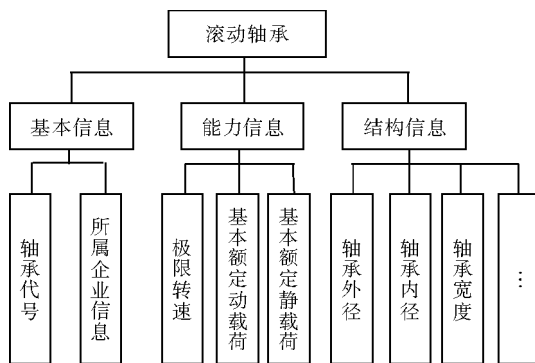


Fig. 3 The attributes information of rolling bearings

</owl:ObjectProperty>

表示对象属性“支承”的定义域是“滚动轴承”。

(3)部分数据属性的表示

<owl:DatatypeProperty rdf:ID=“轴承内径”>

<rdfs:range rdf:resource=“http://www.w3.org/2001/XMLSchema#float”/>

<rdfs:domain rdf:resource=“#滚动轴承”/>

</owl:DatatypeProperty>

<owl:DatatypeProperty rdf:ID=“基本额定动载荷”>

<rdfs:domain rdf:resource=“#滚动轴承”/>

<rdfs:range rdf:resource=“http://www.w3.org/2001/XMLSchema#float”/>

</owl:DatatypeProperty>

以上分别表示了数据属性“轴承内径”的定义域是“滚动轴承”，数据类型为 float；“基本额定动载荷”的定义域是“滚动轴承”，数据类型为 float。

基于本体的信息建模所包含的概念、关系和公理数量都较庞大且结构复杂。因此本体的完备性有赖于构造本体前领域专家对领域知识的分析和抽取。

4 结束语

结合制造资源的分类体系,分析提取其主要概念及属性关系,并以滚动轴承为例,基于 OWL 本体建模语言建立了滚动轴承本体模型。建立的本体模型能很好地反映概念间的本质联系和语义关系,为制造企业制造资源的发现、共享和重用奠定了良好的信息化基础。

参考文献:

[1] 盛步云. 企业集成化动态制造资源建模[J]. 武汉汽车工业大学学报, 2000, 22(2): 19-21.
SHENG Buyun. A model for the integration of the constantly changing of manufacturing resources of enterprises[J]. Journal of Wuhan Automotive Polytechnic University, 2000, 22(2): 19-21.

[2] 马秀贞. 产业集群与区域产业结构优化升级关系解析和政策建议[J]. 现代经济探讨, 2007(12): 75-78.
MA Xiuzhen. Relationship analysis of optimization upgrade between industrial clusters and regional industrial structure and policy suggestion[J]. Modern Economic Research, 2007(12): 75-78.

[3] 姜万生. 敏捷制造中面向对象的企业信息建模技术[J]. 制造业自动化, 1999, 21(4): 13-16.
JIANG Wansheng. Object-oriented enterprise information modelling technology in agile manufacturing[J]. Manufacturing Automation, 1999, 21(4): 13-16.

[4] 王正成. 网络化制造资源集成平台若干关键技术研究与应用[D]. 杭州: 浙江大学, 2009.

[5] STUDER R, BENJAMINS V R, FENSEL D. Knowledge engineering: Principles and methods[J]. Data and Knowledge Engineering, 1998, 25(1-2): 161-197.

[6] 张善辉. 机械产品设计知识管理系统的研究[D]. 济南: 山东大学, 2008.

[7] 栾倩. 面向中小制造企业的网络化资源共享技术研究[D]. 青岛: 山东科技大学, 2009.

[8] 韦慧, 葛世伦. 基于 OWL 的制造工艺知识本体模型[J]. 江苏科技大学学报: 自然科学版, 2007, 21(2): 85-89.
WEI Hui, GE Shilun. OWL-based ontology model with manufacturing process knowledge[J]. Journal of Jiangsu University of Science and Technology: Natural Science Edition, 2007, 21(2): 85-89.

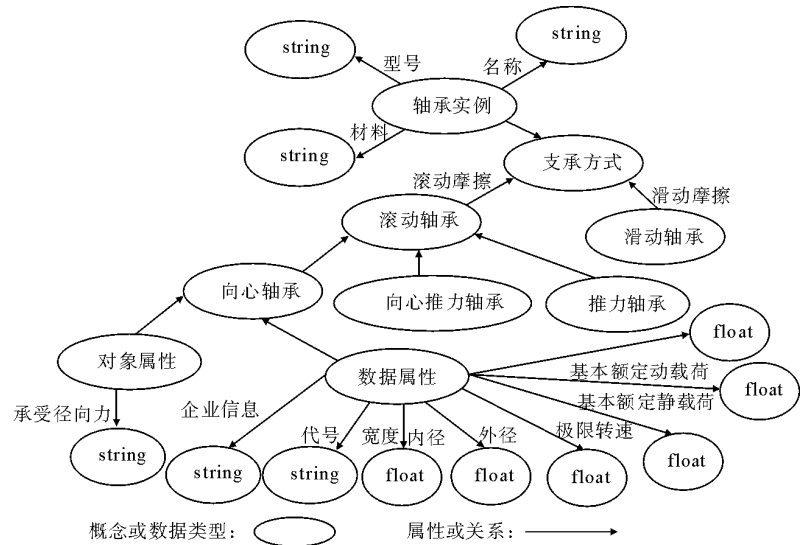


图4 滚动轴承的概念与关系图

Fig. 4 The diagram for concept and relationship of roll bearings