

# 产品生态设计知识库的研究

李晶, 高天一, 董保华  
大连水产学院, 大连 (116023)

E-mail: [dbhjava@sina.com](mailto:dbhjava@sina.com)

**摘要:** 基于产品生态设计的环境需求分析, 系统阐述了产品生态设计知识库的构建原理及具体分类, 将产品生态设计知识表达模型映射到关系数据库中, 实现知识的存储, 并引入产生式这一概念进行知识表示, 最后, 通过软件界面展示了整个系统的功能与应用。

**关键词:** 生态设计, 知识库, 知识表示

## 1. 引言

近年来, 随着可持续发展的呼声越来越高, 产品的生态设计 (eco-design) 也逐渐得到国际产业界的关注和参与, 并呈逐渐发展之势。产业界日益注重产品的环境表现, 出现了“生态设计(ED)”、“寿命周期设计(LCD)”、“寿命周期工程(LCE)”、“为环境而设计(DfE)”、“可持续产品设计(SPD)”、“为拆解而设计(DfD)”、“为再循环而设计(DfR)”等新的设计理念和办法。虽然这一崭新的领域刚刚起步, 尚处于最初级阶段, 但由于它把产品的环境影响考虑到产品设计与开发之中, 可以大大减少消费对生态环境的破坏, 这必将成为未来型生态产品的设计思想和规范, 对产业界的发展将起到理论和实践的指导作用。<sup>[1]</sup>

## 2. 产品生态设计知识库的内容

产品生态设计领域知识类型比较多、结构复杂。根据知识的应用情况分为方法知识、规则知识、实例知识、文章知识四类, 具体分类如图 1 所示:

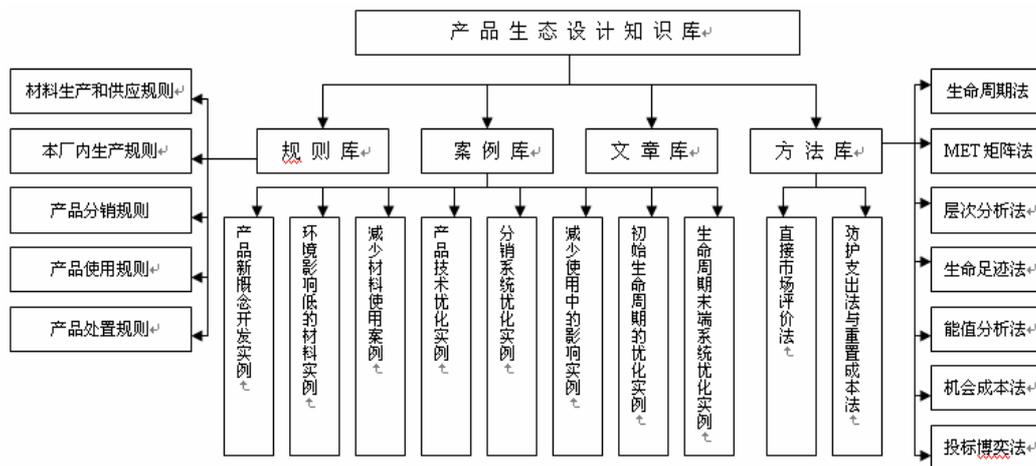


图 1 产品生态设计知识的分类

产品生态设计知识的具体内容如下:

- 1) 规则知识: 产品生态设计的规则, 旨在提高设计人员的环境意识, 遵循环境道德规范, 使产品设计人员在产品的孕育阶段即开始遵循污染预防的原则, 把改善产品对环境影响的努力凝固在产品设计之中。<sup>[2]</sup>
- 2) 案例知识: 指基于实例设计需要的知识, 主要是已经成功的产品生态设计及其设计经验和过程。生态设计思想一般都是从已经存在的实例着手, 根据现在的设计功能、性能及用途

等要求,分析提取以前相似的实例作为本设计方案的参考,然后再是根据设计经验修改实例。

3) 方法知识: 将产品生态设计过程中用于检查、识别、评估各种材料、过程、产品或系统对环境影响的方法存储到知识库中,供用户选择使用。使经过生态设计的产品对生态环境不会产生不良的影响,对能源和自然资源的利用是有效的,同时是可以再循环、再生或易于安全处置的。

4) 文章知识: 与产品生态设计相关的文章,包括大量的文摘、索引及论文。为产品生态设计研究人员提供最前沿的资料,同时也为生态设计学者们提供有价值参考文献。

### 3. 产品生态设计知识存储

根据产品生态设计知识的特点及其表示方法来组织设计知识是知识库研究的重点。为了有效地存储产品生态设计过程中使用的各种方法、案例、规则以及文章,本文构建产品生态设计知识库,将产品生态设计知识表达模型映射到关系数据库中,在 ACCESS 2003 中实现知识的存储,并按照数据库的组织策略来组织知识库。下面以产品生态设计的案例知识、方法知识、规则知识以及文章知识为例,分别给出部分数据字典,如表 1-表 4 所示。

表 1 案例库 Case 部分数据字典

字段名称	数据类型	字段大小	中文名称	说明
Case-id	数字	长整型	案例序号	主键
Title	文本	100	案例名称	
Company	文本	100	厂商	
Advantage	文本	255	生态设计优势	
Eg	文本	255	具体案例	

表 2 方法库 Method 部分数据字典

字段名称	数据类型	字段大小	中文名称	说明
Method-id	数字	长整型	方法序号	主键
Name	文本	50	方法名称	
Introduction	文本	255	方法简介	
Content	文本	255	方法内容	
Degree	数字	长整型	使用级别	

表 3 规则库 rule 部分数据字典

字段名称	数据类型	字段大小	中文名称	说明
Rule-id	数字	长整型	规则序号	主键
Rule-name	文本	50	规则名称	
Condition	文本	255	规则条件	
Conclusion	文本	255	规则结论	
Credibility	数字	50	可信度	

表4 文章库 Article 部分数据字典

字段名称	数据类型	字段大小	中文名称	说明
Article-id	数字	长整型	文章序号	主键
Subjet	文本	100	文章题目	
Author	文本	50	作者	
Key word	文本	100	关键词	
Pubcation	文本	100	出版刊物	

#### 4. 产品生态设计知识的表示

知识表示是知识库建立的前提,也是知识库系统研究的核心内容。目前常用的知识表示方法主要有一阶谓词逻辑、产生式、框架、语义网络、面向对象、Agent 和粗集理论等不同表示知识的方法,本文主要采用产生式规则表示法。<sup>[3][4]</sup>

产生式规则是使用非常广泛的知识表示方法,适用于表示领域知识是扩散的、可以将问题分解成相对独立的操作、知识和知识的使用可以分开的问题。产生式规则是一条以“如果这些条件满足,就采取这些行动”的形式所表示的语句,一般以“IF-THEN”的格式来描述。IF 部分为前提(条件)部分,如状态、原因等,THEN 部分为结论(行动)部分,如动作、后果等。产生式规则的一个基本思想就是从初始的事实出发,用模式匹配技术寻找合适的规则。代入已知事实后,若某规则的前提(条件)为真,则这个规则可以作用在这组事实上,从而推出新的事实。依此类推,直到得出结论为止。

例如,在产品生态设计中重要环境问题的设计建议规则用产生式有如下表达:

```
IF 非化石燃料耗竭
THEN 重要环境问题
规则可信度==0.9
```

#### 5. 产品生态设计知识的查询

知识查询是知识库的核心操作,一个具有较强功能的查询机制对于知识库管理系统而言是十分重要的。本系统中用户所输入的检索词与数据库索引词的匹配关系分两种情况:模糊匹配和精确匹配。其中,“模糊匹配”是指无论检索词在字段取值中出现的位置如何,只要出现该词即可。“精确匹配”则指索引词与检索词完全相同才匹配。<sup>[5]</sup>

##### 5.1 方法知识的查询

方法知识的查询是从方法库中提取符合条件的方法供用户使用。主要分为以下几种查询方法:一是按照生态设计方法的名称进行查询;二是按照期望达到的生态设计目标查询。

###### 1) 按生态设计方法名称查询:

按方法名称查询是通过用户界面输入具体的方法名称,来获取所要查询的方法。主要通过数据库 SQL 语言实现方法的检索。具体的 SQL 语言程序为:

```
Select * from method where ClassName like '%" & Request.Form ("fangfa") & "%'
```

###### 2) 按照期望达到的生态设计目标查询:

由于生态设计方法有很多,用户可以根据自己所期望达到的设计目的和需求,选择适宜的生态设计方法。同样采用SQL 语言实现查询。

##### 5.2 案例知识的查询

实例知识的查询主要分为以下两种查询，一是按照生态设计需求进行模糊匹配查询；二是按照实施产品生态设计的厂商进行查询。

#### 1) 按生态设计需求模糊匹配查询

生态设计需求主要分为：新概念开发、选择环境影响低的材料、减少材料的使用、生产技术的优化、分销系统的最优化、减少使用阶段的环境影响、初始生命周期的优化、生命末端系统的优化等，具体的 SQL 语言程序为：

```
SELECT * FROM case where (title like '%" & Request.Form ("title") & "%')  
AND (advantage like '%" & Request.Form ("advantage") & "%')
```

2) 按产品生态设计厂商查询：通过输入厂商名称，实现对该厂商产品实例的查询，以此获取成功的产品生态设计经验和过程。

即：Select \* from case where Company like '%" & Request.Form("anli")& "%'

### 5.3 规则知识的查询

规则知识的查询主要是按照规则的前提条件进行查询，由于产品生态设计相关的规则很多，因此我们先对所有规则知识进行分类，设计人员可以在分类检索的基础上，根据规则的条件进行查询。

#### 1) 规则分类查询

根据产品生态设计可能经历的过程，规则知识分为材料生产和供应规则、本厂内生产规则、产品分销规则、产品使用规则、产品处置规则以及生态设计可能涉及的环境规则等。设计这可以根据需要，确定所要选择规则的大体范围。

#### 2) 按规则前提条件进行查询

经过分类查询后，用户根据规则条件，从数据库中存储的规则中调用该条件所对应的结论，即规则的具体内容。

### 5.4 文章知识的查询

文章库中录入的都是与产品生态设计相关大量论文，文献等资料。主要可分为按文章标题查询、按关键词查询、按全文查询、按作者查询、按机构查询、按摘要查询、按刊名查询、按引文查询。

具体的 SQL 语言程序为：

```
"Select * from wenzhang where ClassName like '%" & Request.Form("wenzhangming")& "%"
```

## 6. 系统实现及应用

### 6.1 系统需求分析

该系统的使用者包括产品设计人员（即用户）和系统管理人员，其用例分别包括：用户注册、用户登录、web 搜索、方法查询、规则查询、案例查询、文章查询以及用户管理和知识库维护。如图 2 所示。

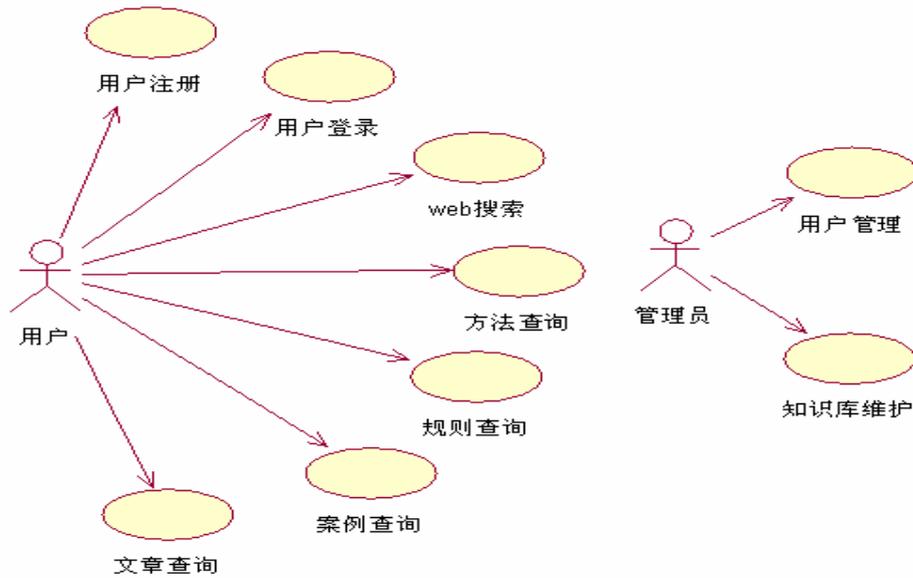


图 2 系统用例图

### 6.2 产品生态设计知识库功能模块

产品生态设计知识库的功能模块主要包括：用户管理、知识查询和知识管理。其中用户管理主要包括用户权限管理和用户注册；知识查询包括方法查询、案例查询、规则查询、文章查询；知识管理包括知识添加、删除、修改以及知识发布。<sup>[6]</sup>如图 3 所示：

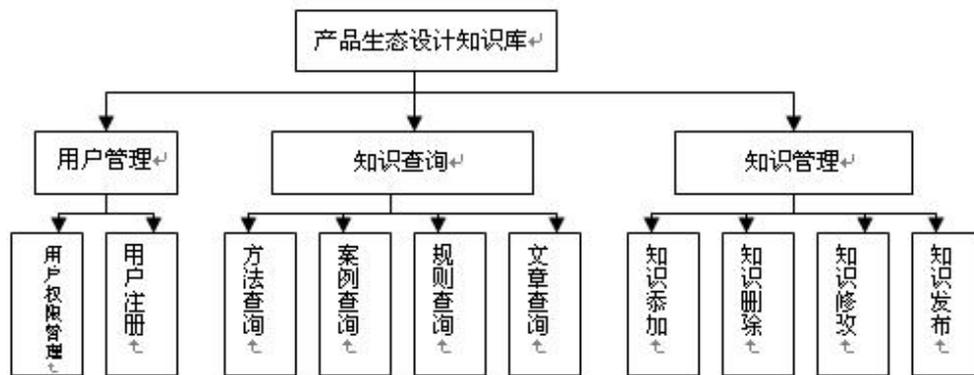


图 3 产品生态设计知识库功能模块

### 6.3 系统实现

本系统采用 Macromedia Dreamweaver MX 2004 作为设计开发平台，以 ASP 作为主要的技术架构，构建了一套网络知识库管理系统，同时采用 ACCESS 2003 作为后台数据库来管理各种知识的信息，为后面知识管理界面的生成提供数据，此外，由于该系统基于 B/S 模式，可以通过高效的搜索引擎，对产品生态设计的方法、规则以及案例等进行在线查询。

该数据库系统具有以下优点：知识库易于扩充，知识易于检索、修改和更新。界面友好，显示明了，易于使用，具有普遍适用性。软件界面如图 4 所示，

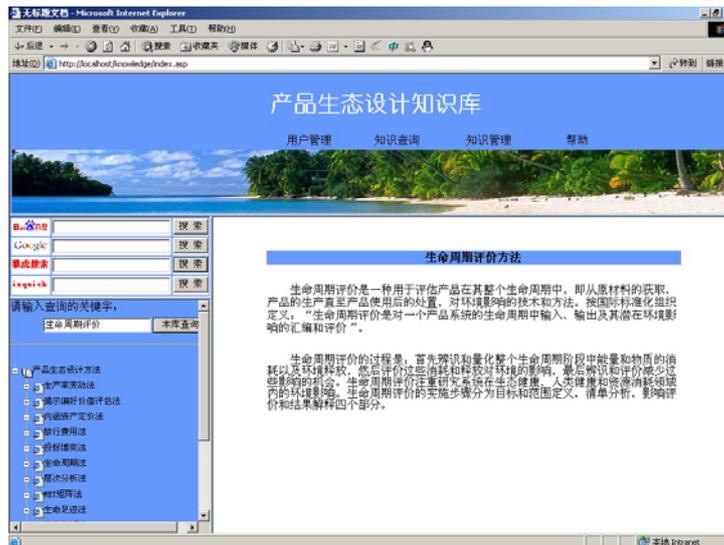


图4 软件界面

## 7. 结语

产品生态设计知识库的建立为生态设计人员提供了客观、明确、系统而有效的设计方法、策略与规则,通过知识库中相关资料的查询,设计师能够预见新产品的发展方向与设计重点,在实现方式的选择上做出较为准确的判断,更好的满足环境需求。

## 参考文献

- [1] YAO TSUNG LIN, TSENG S S, TSAI CH I-FENG. desing and Implementation of new Object-oriented Rule Base management system[J]. Expert systems with applications. 2003, 25: 369-385.
- [2] Kevin N. Otto, Kristin L. Wood. Production Desing. 电子工业出版社. 2005, 1.
- [3] 刘亚琳, 范玉青, 张丽华. 复合材料构件设计知识库研究与实现. 航空维修与工程. 2006, 2: 39-42.
- [4] 张选平, 高晖, 赵仲孟. 数据库型知识的产生式表示. 计算机工程与应用. 2002, 1: 200-202.
- [5] 李霄林, 何玉林, 冯 豪, 麻芳兰, 胡 晓. 基于知识工程的摩托车总体设计知识库. 重庆大学学报. 2006, 29(3): 15-18.
- [6] 刘晓冰, 杨春立, 孙 伟. 产品设计知识库建立方法研究. 计算机集成制造系统-CIMS. 2003, 9(8): 621-625

## Research on the knowledge base of product eco-design

Li Jing, Gao Tianyi, Dong Baohua  
Dalian Fisheries University, Dalian (116023)

### Abstract

Based on the demand analysis of the product eco-design, explained the principle Of construction product-design knowledge systematically, and classed knowledge into particular product eco-design knowledge, mapped the knowledge of product eco-design to connection date base , achieve the storage of knowledge, and knowledge representation in production rule .Finally, a software interface is given to validate the functions of the knowledge base system.

**Keywords:** eco-design, knowledge base, knowledge representation

**作者简介:** 李晶(1980-), 女, 大连水产学院2004级研究生。