

基于 CBR 的机械产品绿色设计评价体系*

张照辉, 牛秦洲, 闫菲

(桂林理工大学 信息科学与工程学院, 广西 桂林 541004)

摘要: 为了保护环境节约资源, 提高机械产品绿色设计的水平, 需要建立一个评估绿色设计的指标体系。参照已有的评价目标与评价原则, 提出机械产品绿色设计的评价指标体系, 采用事例推理 (CBR) 的思想来构建指标库, 以优化指标库并提高其评价的精度。

关键词: 绿色设计; 事例推理; 评价指标库; 聚类

中图分类号: TP18

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)13-0063-03

Mechanical products green design evaluation system based on CBR

Zhang Zhaohui, Niu Qinzhou, Yan Fei

(Information Science and Engineering College, Guilin University of Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: In order to protect the environment and save resources, as well as to improve the green design level of mechanical products, an evaluation indicator system for green design is called to be established. After referencing the existing evaluation principles and objectives to propose green design evaluation indicator system of mechanical products, the idea of case-based reasoning (CBR) is used to construct the indicators library. Aiming to optimize the indicator library and to improve the accuracy of evaluation in the process of constructing the indicator library.

Key words: green design; CBR; evaluation indicators library; cluster

资源、环境、人口是当今人类社会面临的三大主要问题, 特别是环境问题, 正对人类社会生存与发展造成严重的威胁。随着全球环境问题的日益恶化, 人们愈来愈重视对于环境问题的研究。

机械产品绿色设计的概念可归纳为: 机械产品绿色设计是一种基于产品整个生命周期, 并以产品的环境资源属性为核心的现代设计理念和办法。在设计中, 除考虑产品的功能、性能、寿命、成本等技术和经济属性外, 还要重点考虑产品在生产、使用、废弃和回收的过程中对环境和资源的影响。

机械产品的评价目标不仅包括了设计的产品性能、质量和成本等常规评价, 其主要是考虑使产品全生命周期的资源和能源的消耗少、利用率高, 对环境无害或少害的特征。机械产品在其整个生命周期中对资源和能源的输入量、对环境的输出量及这些输入输出对环境友好程度的综合评价指标, 称为产品的“绿色度”^[1]。

1 评价指标体系的制定原则及其评价指标体系

由于机械产品的类型多种多样, 不同类型的产品又有不同的设计、使用要求和环境特性, 因此制定合理、全面的评价指标体系是对产品进行绿色度综合评价首先要解决的问题。绿色度综合评价指标体系的制定应遵循以下主要原则^[2]: (1) 综合性原则; (2) 科学性原则; (3) 系统性原则; (4) 可行性原则; (5) 静态评价和动态评价相结合的原则; (6) 定性评价和定量评价相结合的原则; (7) 不相容性原则; (8) 层次性原则; (9) 方案的可比性原则。

绿色产品评价是面向产品的整个生命周期, 应从生态环境、经济和技术等方面进行分析。机械产品的绿色度综合评价指标体系不仅要有环境方面的指标, 也要有传统的产品评价指标。评价指标体系由产品的基本属性组成, 包括环境属性指标、资源属性指标、能源属性指标、经济属性及宜人属性指标五大方面, 每个属性又另有一些指标组成, 如图 1 所示。

* 基金项目: 广西科学研究与技术开发计划项目(桂科攻 10100002-2)

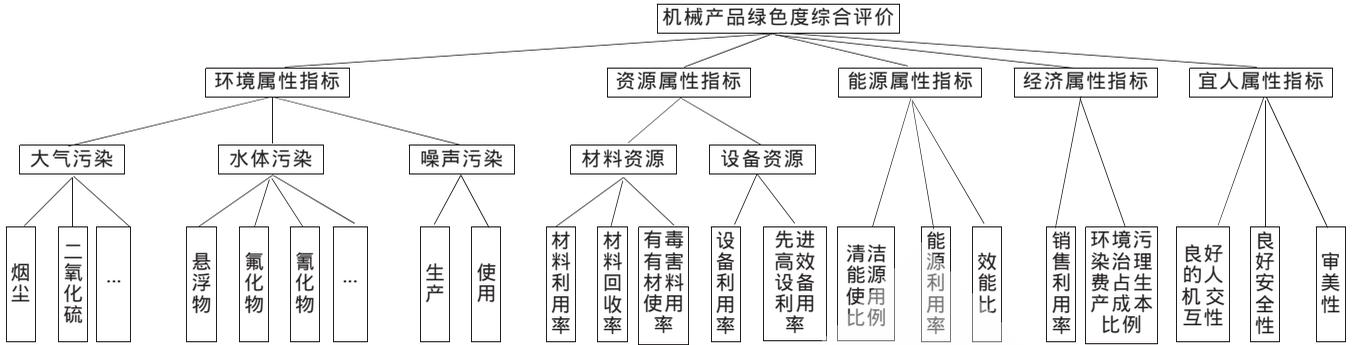


图1 机械产品的绿色设计评价指标体系

2 基于事例推理(CBR)思想的绿色设计评价指标库

2.1 事例推理的基本原理

CBR的基本原理：新问题被抽象为一个新事例，并从事例库中检索最相近的事例，同时采用其解决方案作为新事例的参考解决，并在此基础上进行事例修正，修正后的新事例及其解决方案放入到事例库中，实现问题解决经验的学习。CBR系统的一个完整循环，包括事例的提取、重用、修正、保存^[3]，即4R过程。

2.2 基于本体的指标事例描述

机械产品的绿色设计评价指标库分为：环境属性指标库、资源属性指标库、能源属性指标库、经济属性指标库、宜人属性指标库。

以环境属性指标库为例来说明基于CBR思想的指标库的建立，具体的表示如下：

$$T = \{T_1, T_2, \dots, T_{K-1}, T_K\} \quad (1)$$

$$T_i = \{D_w, S_w, Z_w\}$$

其中， T_i 表示第*i*个事例，其属性分别为“大气污染”、“水体污染”、“噪声污染”， $i=1, 2, \dots, K$ 。

2.3 事例检索算法的设计

2.3.1 事例聚类

为了提高事例检索的精度，有必要对指标事例进行更细的分类，因为不同的指标权值对环境的影响度不同。

事例检索常用的是最近邻算法，但是此算法没有控制策略，导致其判断盲目、计算量大等，是一种低效率的算法，这里使用聚类C-均值算法。对指标事例的“对环境的危害程度”和“排放率”进行聚类，经过C-均值的处理效果如图2所示。

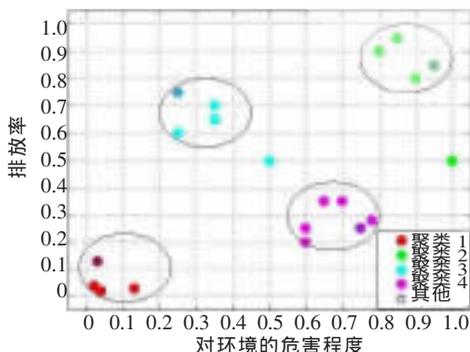


图2 经过C-均值的处理效果图

2.3.2 事例匹配

当需要动态地增加新环境属性指标时，也就是动态地扩展指标库。按照事例推理的思想就是要进行事例匹配，其步骤如下：

(1)把事例库中的所有指标事例先进行聚类处理，分成子聚类指标事例，其表达式为：

$$Z_r = (Z_{r1}, Z_{r2}, \dots, Z_{rn}) \quad (2)$$

其中， Z_r 表示事例库中子聚类指标事例的集合， Z_{ri} 表示第*i*个子聚类事例集合， n 为子聚类个数。

(2)初始化阈值 θ ，定义各指标事例的权值 w 为：

$$w = \beta \times h_c \times e_r \quad (3)$$

其中， β 表示权值系数， h_c 表示对环境的危害程度， e_r 表示排放率。

(3)依次计算待匹配的指标 T_w 与事例库中的子聚类航迹事例 Z_r 中各指标事例的权值差值的绝对值，分别记为 $D_{r1}, D_{r2}, \dots, D_{rk}$ 。

(4)计算事例库中各子聚类指标事例集合与待匹配指标 T_w 的平均距离：

$$D_i = \frac{\sum_{t=1}^n D_{it}}{N} \quad i=1, 2, \dots, n \quad (4)$$

其中， N 表示某一子聚类航迹事例中指标事例 Z_{ri} 的个数。

(5)比较事例库中各子聚类指标事例的 D_i ，找出拥有最小距离值 D_{\min} 的子聚类指标事例 $Z_{T_{\min}}$ 。

(6)如果 $D_{\min} \leq \theta$ ，则待匹配的指标 T_w 与 $Z_{T_{\min}}$ 相关；如果 $D_{\min} > \theta$ ，则待匹配的待匹配的指标 T_w 为一新的指标事例，并把它存入指标事例库，转到步骤(3)继续操作添加新的指标事例。

(7)算法结束。

3 指标库的具体形式

以环境属性指标库的建立为例，将“对环境的危害度”分为五个等级(1、2、3、4、5)，权系数按照指标类型确定(大气污染 $\beta=0.4$ ，水体污染 $\beta=0.4$ ，噪声污染 $\beta=0.2$)，权值计算公式为 $w = \beta \times h_c \times e_r$ 。

在指标库中动态的增加指标，则需要采用以上所论述的基于CBR思想的事例匹配算法，使用此算法可有

技术与方法 Technique and Method

效动态地完善评价指标库,还可以很方便地管理优化指标库,且可以对机械产品进行量化评价,为绿色设计提供参考。环境属性指标库的具体形式如表1所示。

表1 环境属性指标库的具体形式

指标库	指标类型	指标	危害度 h_i	排放率 e_i	权系数 β	权值计算
环境属性指标库	大气污染	烟尘	1	0.3	0.4	0.12
		二氧化硫	2	0.1	0.4	0.08
	∴	∴	∴	∴	∴	∴
	水体污染	悬浮物	1	0.2	0.4	0.08
		氟化物	3	0.1	0.4	0.12
	∴	∴	∴	∴	∴	∴
	噪声污染	生产	1	0.3	0.2	0.06
		使用	2	0.2	0.2	0.08
	∴	∴	∴	∴	∴	∴

绿色设计是现代设计技术的研究热点和主要内容^[4],也是实施可持续发展的有效途径之一。目前对绿色产品整体工业设计评价尚无一致、统一的标准。而基于事例推理(CBR)研究的兴起,体现了人类认识世界、改造世界的一种方法论上的转变,其在解决非结构化、知识获取困难、复杂环境下的决策问题方面显示了其优越性。因

此,采用CBR思想构建评价指标库对技术和应用的研究具有广阔的前景和巨大的现实意义。

参考文献

- [1] Xie Yifeng. The research of the evaluation index system of green products in machinery industry [J]. China Science Technology Infomatton Feb. 2006;20-23.
- [2] Wang Chunpeng. Evaluation index system of green products in industrial design [J]. Packaging Engineering, 2009,30(12):130-151.
- [3] PLAZA E, ARMENGOL E, SAN T O. The explanatory power of symbolic similarity in case-based reasoning [J]. Artificial Intelligence Review, 2005,24:145-161.
- [4] Zhang Shaotong. Appraisal of green design for construction machinery[J]. Subject Research,2008,02:42-44.

(收稿日期:2010-12-13)

作者简介:

张照辉,男,1984年生,硕士研究生,主要研究方向:智能设计。