

产品生命周期评价系统数据仓库的研究

陈晓慧¹ 孙志峰¹ 赵 骅²

(重庆大学工业工程研究所¹ 重庆大学经济与工商管理学院² 重庆400030)

摘要 产品生命周期评价(LCA)是实现可持续发展和环境管理的重要方法。由于LCA涉及的空间范围广、时间跨度长、数据主题区域多,使得LCA软件系统在数据一致性、系统集成性、决策及时性、预见性等方面存在较大的问题,这在一定程度上阻碍了产品生命周期评价(LCA)的应用与研究。本文引入数据仓库技术和WEB使能技术,研究了生命周期评价流程到数据仓库的映射,构建了基于Web的产品生命周期评价系统的数据仓库结构,探讨了基于Web的LCA系统的信息化及其决策模型。

关键词 产品生命周期评价 LCA,数据仓库,Web技术

Probe into the Web-enabled Data Warehouse of Product Life Cycle Assessment

CHEN Xiao-Hui¹ SUN Zhi-Feng¹ ZHAO Hua²

(Institute of Industrial Engineering¹, School of Economy & Business Administration², Chongqing university, Chongqing 400030)

Abstract Product life Cycle Assessments (LCA) is the key technology of environment management and sustainable development. Since the data of LCA involves in a lots of data themes, spreads widely and lasts for long time, the data consistency, system integration, decision-making in time and predictively become problems of the LCA software development, which coneract LCA researches and application. In the paper, the Data Warehouse technology and Web-enabled technolgy were applied to study the mapping of LCA flow with the data warehouse. The framwork of the LCA data warehous was put forward, the decision-making model and LCA software system were illustrated as well.

Keywords Product Life Cycle Assessment (LCA), Data warehouse, Web-enabled technology

1 引言

产品生命周期评价(Life Cycle Assessment, LCA)是ISO14000环境管理系列标准提出的一种环境管理思想和工具,它对于提高环境管理水平,最终实现可持续发展具有重大意义。工业发达国家,如西欧、美国、日本等纷纷开展了产品生命周期评价技术的研究,并取得了许多研究成果^[1~4]。美国的Carnegie Mellon大学、瑞士的Leiden大学等还相继研制出了相应的评估软件系统。这些软件对于LCA的研究和应用起到了很大的推动作用,但是由于LCA系统涉及的空间范围广,时间跨度长,数据主题区域多,因此在数据一致性、系统集成性、决策及时性、预见性等方面存在较大的问题。这些问题在一定程度上阻碍了产品生命周期评价(LCA)的进一步研究与应用。

有鉴于此,本文研究了如何把数据仓库技术、Web技术等现代信息技术应用到LCA中,探索了产品生命周期评价系统的信息化,以期对环境管理问题提供具有理论意义和实践应用意义的方法和工具。

2 LCA流程到数据仓库的映射

产品生命周期评价(LCA)包括目标和范围定义、清单分析、影响评估和解释说明这四个依次进行、反复循环迭代的阶段。如当进行影响评估时可能发现某种环境影响信息的相关数据没有给出或没有意义,清单分析就必须对该信息进行数

据收集或删除,更新清单;当发现评估结果不能完全满足实际需要或评估目的不能达到时,又需要对目标和范围的界定进行重新考虑,做出修改。结合数据仓库体系结构的要求,图1建立了LCA流程和LCA系统数据仓库的对应关系,提出了LCA流程到数据仓库的映射关系:

- 1) 目标和范围定义 这一阶段需要解决LCA软件系统数据仓库的定义和规划,数据源描述等任务。
- 2) 清单分析 这一阶段需要考虑数据源的确认,数据模型构建,数据和元数据的获取,数据提取转换。
- 3) 影响评估 这一阶段对应于数据查询处理,OLAP和数据挖掘。这一阶段的结果为做出决策提供依据。
- 4) 解释说明 这一阶段是在上一阶段的基础上,做出决策建议。它与LCA系统用户最终做出决策相对应。

3 LCA系统的数据仓库结构

在深入分析LCA系统的特点和要求以及数据仓库技术的应用特点的基础上,构造出了LCA系统的数据仓库模型,其结构组成如图2所示。

LCA系统的数据仓库的体系结构由五个部分组成:产品数据源、数据提取转换加载、中央数据仓库、数据主题区域和数据访问分析。下面针对各个部分进行详细分析:

- 1) 产品数据源 包括事务数据、相关数据、遗留数据、其他数据。在进行产品数据源分析与确认时,需要依据LCA目标范围定义,并考虑LCA清单分析的需要。

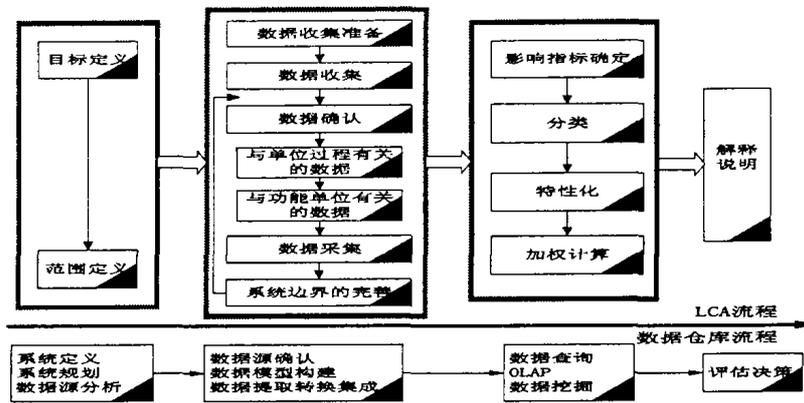


图1 LCA 流程到数据仓库的映射

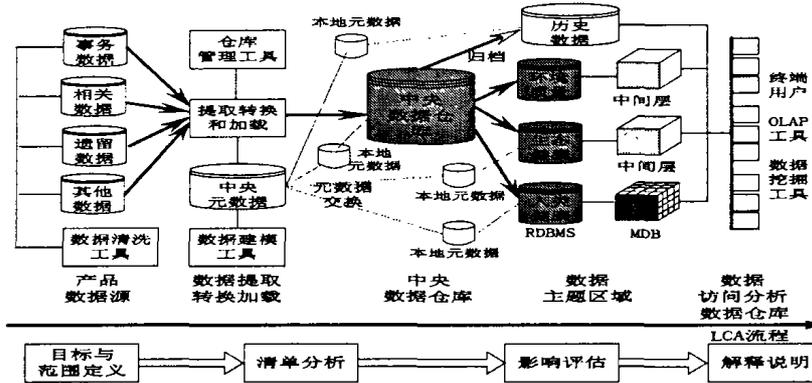


图2 LCA 系统的数据仓库结构

产品数据源的最大特征就是它的异构特性,这有两个含义:一是数据来源于不同的系统、不同的物理环境,如 SQL Server 数据源与 Oracle 数据源、关系数据库与非关系数据库、数据库与文件数据、计算机数据与纸介质等非计算机数据等等;二是不同的数据定义、编码要求和格式。

产品数据源的异构特性一方面使得 LCA 系统数据仓库的数据来源十分广泛,具备对产品进行深入、细致、全面的生命周期评价所需要的足够信息;但是也造成数据质量参差不齐,数据缺乏一致性,使其成为规划与构建数据仓库需要解决的主要问题之一。

2)数据提取、转换与加载 是从数据源提取数据,按照决策支持的要求进行面向决策支持主题的重组转换,并加载到数据仓库中的过程。这一过程是数据仓库成功的前提和基础。数据质量的改善、数据一致性的实现、面向决策主题数据模型的构建,都在这一过程完成。在这个过程中,LCA 的清单分析和影响评估是其基本依据。

3)中央数据仓库 存储经过转换和集成、以面向决策支持主题方式重新组织的数据。中央数据仓库定期加载数据,并把最老的、访问概率最低的、已不适宜再留在仓库内的数据归档到廉价大容量低速存储设备中,并根据查询用户的权限返回相应的信息。

中央数据仓库的数据最大的特点就是它的不可更新性。仓库对数据的操作只有两种:加载和卸载。任何查询所需的数据,仓库只加载一次,由此保证了数据的一致性,任何时候运行相同的查询都会得到相同的结果。

4)数据主题区域 其实质是通过一种结构化的、以业务为中心和支持决策的方式表现数据,根据数据创建信息。

在 LCA 系统中,三个基本决策主题区域可以确定为生态健康、人类健康和资源损耗。在这三个决策主题区域下包括一些子主题区域,如,大气污染、土壤污染、水污染、臭氧空洞、酸化、富营养化等等。表1分析主题区域、子主题区域之间的对应关系。

在决策子主题区域下的应该是数据主题区域,如,废气、废液、固体废弃物、噪声、放射性等等。图3描述了基本决策主题区域、决策子主题区域和数据主题区域相互之间的层次关系。

表1 基决策主题区域和子决策主题区域的对应关系

子主题区域	基主题区域	资源损耗	人类健康	生态健康
大气污染			+	+
土壤污染			+	+
水污染			+	+
臭氧空洞			○	○
人体毒性			+	
全球变暖			○	+
生物资源消耗		+		
非生物资源消耗		+		
光化学烟雾形成			+	+
酸化			○	+
富营养化			○	+
土地占用		+	○	○
⋮		⋮	⋮	⋮

注: + 表示直接影响 ○ 表示间接影响

5)数据访问分析 实际上是一个分析决策过程。它包括两类数据分析技术:联机分析处理(OLAP)技术和数据挖掘技术。

从某种程度上讲,分析决策是一个从数据主题区域分解到子决策主题区域,再分解到基决策主题区域,最后形成决策结论的过程。如图3所示。

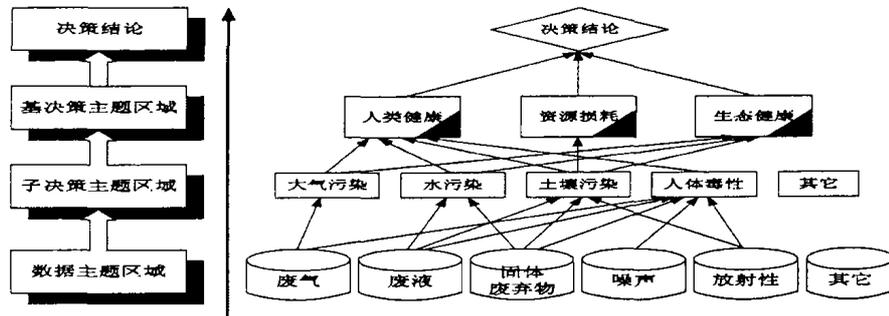


图3 分析决策过程示意图

4 基于 Web 的 LCA 系统的数据仓库

基于 Web 的工具对于用户来说优点很多,在任何平台上都可以使用 Web 访问工具,并且它不需要维护,费用很低。因此许多用户都希望以基于 Web 方式访问数据仓库。同时,把

LCA 系统的数据仓库建立在 Web 技术的基础上,还可以使得数据仓库的体系结构有很好的开放性和伸缩性。图4提出了 Web 使能技术下的 LCA 系统数据仓库的模型,以利产品生命周期评价 LCA 系统的 Web 化实现。

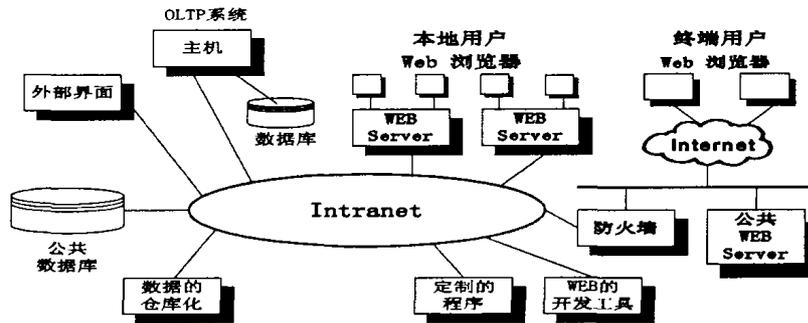


图4 面向 Web 的 LCA 系统数据仓库结构

数据仓库中 Web 使能技术应用的关键是使用基于 Web 的应用程序服务器,使用 JSP、PHP 或 ASP 编写的程序执行桌面上的功能。JSP、PHP 或 ASP 程序的使用将为基于 Web 的数据仓库访问工具带来真正的交互性。Web 程序的使用使得 LCA 系统用户可以使用数据库的全部功能,只要客户端能够连接到 Internet,无论客户端物理位置在哪里。

在这种体系结构中,LCA 系统的用户可以用 Web 浏览器借助于 HTML(超文本链接标示语言 Hyperlink Text Marked Language,简称 HTML)格式提供数据。Web 服务器把信息请求发送到支持 Web 的数据库网关。这些网关使用公共网关接口(Common Gate Interface,简称 CGI)脚本或专用 API(例如 Netscape Server API,NSAPI)。然后网关把查询提交给数据库。网关接收到结果,把数据转换成 HTML 页面或 CGI 脚本,通过 Web 把数据发送给用户。

与此同时,数据仓库通过防火墙(Fire Wall)连接到 Internet,这使得数据仓库具备更大的开放性、扩展性和兼容性,数据仓库的数据获取、信息访问可以扩展到全球范围。

总结 当前,可持续发展的观念日益深入人心,人类的环保意识越来越强烈,各国关于环境与资源保护的法律法规也日渐完备和健全,绿色制造、绿色消费、绿色产品等概念和技术频繁地出现在报端笔末,可以说绿色浪潮正在席卷全球。LCA 的研究和应用适应了这一历史的必然趋势,满足了人类社会对可持续发展的渴求。通过研究数据仓库、Web 使能技

术等一系列信息处理技术在产品生命周期评价 LCA 系统中的应用,可以促进 LCA 信息化的实现,使之适应可持续发展的迫切要求,并为 LCA 的进一步实践应用和环境管理工作的科学化、信息化奠定基础。

参考文献

- 1 杨建新. 面向产品的环境管理工具. 产品生命周期评价[J]. 环境科学,1999,20(1):100~103
- 2 刘飞,陈晓慧,张华. 绿色制造. 北京:中国经济出版社[M],1999
- 3 SETAC. Guidelines for life-cycle assessment: a code of practice [R],1993
- 4 Miettinen P, et al. How to benefit from decision analysis in environmental life cycle assessment (LCA) [J]. European Journal of Operational Research,1997,102:278~294
- 5 Bennett E B, Mingst A, Simon S, Graedel T E. Improving the overall environmental performance of existing power generating facilities [J]. IEEE Trans. on energy Conversion, 2001,16: 234~238
- 6 Hartikainen T, Korpela A, Lehtonen J, et al. A comparative life-cycle assessment between NbTi and copper magnets [J]. IEEE Trans. on Applied Superconductivity, 2004, 14: 1882~1885
- 7 Sperley E, 陈武, 袁国忠. 企业数据仓库规划建立与实现[M]. 北京:人民邮电出版社,2000