

# 主题图技术在数字化知识组织中的应用研究

马建霞

(中国科学院资源环境科学信息中心 兰州 730000)

**【摘要】** 通过研究主题图技术的理论基础,分析了它对数字化知识组织的适应性;接着,以沙尘暴研究领域的知识导航为例进行了主题图在数字化知识组织中的试验性应用研究。在实验基础上对主题图技术应用于数字化知识组织的关键问题进行了讨论,并对主题图技术及其应用前景进行了评价和展望。

**【关键词】** 主题图 知识组织 知识导航 知识表现 沙尘暴 本体 **【分类号】** G203

## A Study of Application of Topic Map in Knowledge Organization

Ma Jianxia

(Scientific Information Center for Resources and Environment Sciences, Lanzhou 730000, China)

**【Abstract】** This paper firstly gives the introduction of topic map, and its relationship with index, glossary, taxonomy, ontology, and semantic Web, and then the the suitability of topic map for digital information organization is discussed. Then introduces an experimental study on the application of topic map technology in knowledge navigation for a dust devil archive. The paper presents procedures and methods to build topic map ontology, a comparison between two topic map visualization application tools, and a tool for exporting XTM file and signing the document with topic map. At last, the potential application and development of topic map is discussed.

**【Keywords】** Topic maps Knowledge organization Knowledge navigation Knowledge representation Topic map visualization Dust devil

### 1 前言

主题图是一种新兴的数字化知识组织方式。在 XML Topic Map (XTM) 1.0 规范中<sup>[1]</sup>,主题图被定义为一系列以主题、联系、和范围组成的主题图节点组成的,这些节点以符合 XTM 或者其它规范 (HyTm) 的文件形式或者以满足 XTM 加工需求的内部应用的方式存在。

概括地说,主题图是一种用于描述信息资源的知识结构的数据格式,它可以定位某一知识概念所在的资源位置,也可以表示知识概念间的相互联系<sup>[2]</sup>。

主题图实际上在信息资源的上层构建了一个结构化的语义网,它独立于技术平台,描述主题之间的关系及主题与具体资源的联系,通过揭示概念之间的关系,将用户指引到相关的资源。构建主题图,其目的在于建立一个个人化的知识导航界面,并给使用者一个能快速掌握轻松学习知识的操作界面。主题图被

誉为信息管理和知识管理之间的桥梁,是信息世界中的 GPS 定位仪,它可以提供信息资源的直观的导航<sup>[3-4]</sup>。

对于主题图技术的定义,笔者认为,狭义地讲,主题图技术就是如何用主题图标记并展现信息资源知识结构,并将该知识结构与信息资源集合相关连的方法;广义而言,主题图技术包括在主题图构建的本体分析、主题图 XTM 文件的生成、编辑、存储、主题图的可视化展示等主题图的各种应用中以及主题图与其它知识表示技术互操作中所用到的技术和方法。

目前,国际上对与主题图技术的研究主要在以下几个领域:主题图标准体系的建立与研究;主题图在知识管理中的应用;主题图的可视化、主题图的应用工具、主题图与其它知识表现技术的比较与互操作、主题图及其本体的构建方法等。国内对主题图技术的研究和应用刚刚启动。

### 2 主题图技术与数字化知识组织

作为一种知识组织方式,主题图技术中包括了知

收稿日期: 2004-03-05

收修改稿日期: 2004-04-02

识组织所关注的基本的改进信息检索的技术,并有所发展。主题图技术吸收了索引的款目、参照系统、出处的基本概念,并把它利用于数字信息的组织上;主题图吸收了叙词表在词汇控制方面的思想,并在传统叙词表的用、代、属、分、族、参的简单关系基础上,具有灵活定义概念间关系的类型的功能,使用者可以根据领域概念的特点灵活地定义概念之间的关系;主题图将分类表中分类的思想用在主题的类型划分上,并可以通过定义不同的范围,展现不同角度的分类;主题图利用出处机制,将语义结构与信息资源联接起来,成为知识管理和信息资源管理的桥梁。主题图技术吸收了传统的知识组织方法的思想,并有所发展<sup>[5]</sup>。

主题图还是一种知识表现语言。传统的知识组织体系没有采用丰富的语义置标,而只是采用了人为的解释,而主题图用丰富的语义置标来定义主题的类型、关系、角色和出处的一系列主题,表现知识结构,主题图作为一种知识组织方法的同时也是一种知识表现语言。知识表现语言的最终目的是使计算机能够帮助人们处理知识结构,这是语义网发展的要求,也是主题图技术发展的方向。主题图是一种简单的本体语言,它在形式化和推理机制上还有待完善<sup>[6]</sup>。

由于主题图技术吸收了各种知识组织方法的长处,并采纳了 Ontology 和语义网的部分思想,使得它可以满足数字化时代知识组织的某些需求:比如在原始的信息资源集合之上,以不依赖于信息资源的方式展现知识的结构;改变原来基于统计的集中修订叙词表的方式,以分布式的协作创建和维护知识结构的方式,以更自然的方式吸纳领域专家的贡献,动态地发展叙词表,缩短传统叙词表落后于学科领域发展的时差等;利用主题图还可以实现不同的知识领域的主题图的合并,具有灵活的扩展性和可重用性,同时可以在此基础上实现语义互操作;它可以给用户提供一个基于概念和概念之间关系的个性化的导航界面,将信息资源层与概念层连接起来,为用户提供基于概念关系的导航;利用主题图展现的语义关系进行语义挖掘等。因而,主题图技术对数字化知识组织具有一定适应性<sup>[7]</sup>。目前,基于主题图的相关的应用主要在结构化索引、Web 应用、应用发展、应用集成<sup>[8]</sup>等方面。

### 3 利用主题图技术进行沙尘暴研究领域知识导航的试验研究

为了试验主题图技术在数字化知识组织中的适应性,研究主题图应用中本体构建应遵循的原则、可

采用的方法、步骤,探索主题图合并、扩展的机制,探索在该试验的基础上,将较狭窄学科领域的主题图扩展到更为宽泛综合的学科领域(如将沙尘暴研究领域的主题图扩展到沙漠学乃至整个资源环境领域),进行知识管理和导航的可行性,并对主题图技术进行初步评价,结合所在单位的服务方向,笔者选取了沙尘暴研究领域的信息资源作为试验对象,采用主题图技术对该领域的信息资源进行基于概念关系的知识导航的实验研究。

#### 3.1 技术路线的选择

通过对德国环境信息网(GEIN——Germany Environment Information Network)<sup>[9-13]</sup>等主题图的典型应用的分析,并经过对主题图的相关应用工具如:TM4J、TMTab、Omnigator、StarTree<sup>[21-24]</sup>等的了解和比较,笔者决定采用以下的步骤进行实验:

- (1)确定本体构建的原则和步骤,通过分析沙尘暴研究领域的概念和概念之间的关系,构建主题图的本体(Ontology);
- (2)用 XTM 标记所生成的本体;
- (3)对信息资源集中的信息资源进行标引,建立概念层与信息资源层之间的连接;
- (4)最后选择两种有代表性的可视化软件实现对沙尘暴研究领域的知识导航。

在本体的构建方面,本试验中着重分析沙尘暴研究领域概念之间的关系,以期在沙尘暴领域的信息资源上层构建一个基于语义结构的导航界面。

在主题图的本体标记方面,决定自己开发相关的 XTM 格式的主题图编辑软件。在可视化方面采用 Omnigator 和 Inxight 进行对比试验。

在信息资源的标引和分类方面,由于没能找到合适的自动分类标引软件,决定为了实现信息资源和知识结构之间的连接,在信息资源的标引和分类方面采用人工标引的方式。

总之,本试验系统体系结构的框架如图 1。

该体系结构中,采用 RDBMS 存储 XTM 文件,在其上层嵌入主题图可视化工具,提供知识导航界面,同时开发相关的工具完成主题图(XTM)的编辑工具。信息资源层可以是各种类型的信息资源,比如网络资源、组织好的文献库,存储在用户本机的文件系统中的文件。文件类型可以是文本、图片、声音、动画、电影等等多种媒体类型。

#### 3.2 沙尘暴研究领域主题图的本体构建

沙尘暴研究领域是一个跨学科的综合性的科学问题,对于它的研究涉及沙尘暴形成的原因条件、沙尘

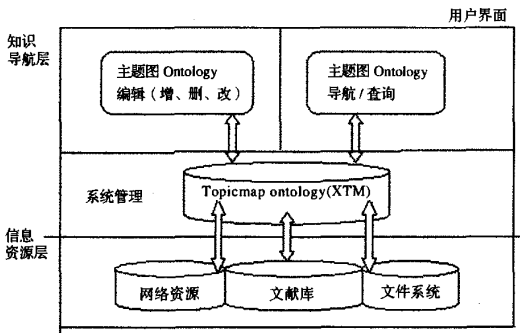


图1 主题图技术在沙尘暴知识导航中的应用试验研究的体系结构

暴的特征、沙尘暴的预报监测、沙尘暴的危害、沙尘暴的防治等方面,而这些方面的研究又涉及到地质、地理、大气、生态、经济、物理、化学等相关学科,而且这些问题涉及到的概念之间的关系也不仅仅是属种关系,因此从学科知识体系(如中图法或者科图法)的角度揭示组织文献不能准确全面地反映该领域概念及概念之间的关系。利用主题图技术,通过构建领域本体,可以比较好地反映该领域的概念及概念之间的关系。

(1)领域本体的构建原则

所构建的本体应该具有清晰性、一致性、完善性、可扩展性。清晰性就是本体中的术语应被无歧义地予以定义;一致性指的是术语之间的关系在逻辑上应一致;完整性,指本体中的概念及关系应是完整的,应包括该领域内所有概念,但很难达到,需不断完善;可扩展性,本体应用能够扩展,在该领域不断发展时能加入新的概念<sup>[14]</sup>。对于本体的构建应该是不断优化完善的过程。

(2)构建沙尘暴领域主题图的步骤<sup>[15]</sup>

①明确该本体的目的和专业领域范围

1)将要构建的本体所覆盖的专业领域,沙尘暴研究。

2)应用本体的目的:从概念之间关联的角度,深层次地揭示领域的信息,实现该领域文献集的基于知识结构的导航。

3)确定本体中的信息涉及的问题:沙尘暴研究领域的研究内容包括沙尘天气的分类分级、沙尘天气的原因、特征、危害、预测监测、防治等内容。

②搜集、分析沙尘暴领域的数据库,把握分析领域概念

在本试验中,采用了CNKI中的有关沙尘暴研究630条数据作为基本的试验数据源,另外还通过搜索引擎等获取了其它类型的数据源。通过沙尘暴领域的科普性文献和专业研究文献,对沙尘暴研究有了总体上的把握。

③对已有概念组织体系(知识本体)的重用

经过详细调查,目前尚没有全面系统成型的沙尘暴研究领域的概念体系描述资料,相关的参考资料有对沙尘暴领域文献进行标引常用的两种主题词表《中国地理科学叙词表》、《大气科学主题词表》<sup>[16-17]</sup>。

从这两个词表中可以分别从大气和地理环境方面抽取与沙尘暴

有关的词,比如沙尘暴研究方面的学科属种关系、地理实体标准名称、行政区划等,并获得部分词之间用、代、属、分、族、参的关系。

④咨询领域专家,结合领域本体构建原则和领域知识体系对本体进行修改完善

由于现有的概念知识体系都是从学科角度反映词汇间的关系,不能专指地反映沙尘暴领域的研究内容,词汇比较概括,相关的最新词汇未被收录,而且着重考虑词汇之间的用、代、属、分、族、参的关系,概念之间的关系反映不全面。为了在对以有知识组织体系重用的基础上,能比较全面真实地反映领域知识体系,需要通过阅读领域科普和研究文献,并咨询相关的领域研究专家,结合领域本体构建原则和领域知识体系对本体逐步修改。经多次修改,确定了沙尘暴领域的本体<sup>[18-19]</sup>。

在该本体中反映了多种概念间的关系,比如因果关系、特征关系、位置关系、属种关系、危害关系等。

3.3 基于主题图的沙尘暴知识导航系统的实现

对于上述本体,必须经过XTM的标记以后,才能在相应的程序中正确地反映出概念和概念之间的关系。这个标记过程可以采用人工方式进行,这样费时费力,在本试验中设计开发了基于XTM的主题图编辑存储和标记工具。

(1)主题图的编辑、存储和标记的自动生成

①XTM主题图的概念模型

结合对XTM规范的DTD的分析,在总结XTM规范中的元素和元素结构的基础上,确定了XTM主题图概念模型(见图2)。

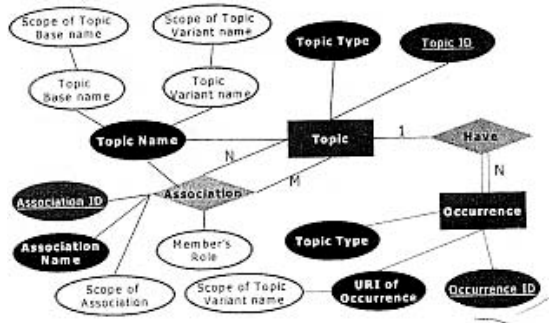


图2 XTM主题图概念模型

并在此基础上设计了基于关系型数据库的主题图存储、编辑、检索和导出工具。

②XTM主题图编辑、存储和标记工具的功能模块(见图3):

- 数据编辑模块。提供对主题类型、主题、联系类型、联系、出处的编辑加工和维护功能。
- 数据检索模块。提供对主题类型、主题、联系类型、联系、出处的检索功能。
- 数据导出模块。提供对所存储的主题图数据导出XTM格式的文件的功能。

(2)主题图合并机制的研究与试验

主题图的合并过程包括两种操作:一种是对两个或者多个主题图在MergeMap指令下的合并操作。另一种是对同一个或者多个主题图中的两个主题的合并<sup>[20]</sup>。

在XTM处理要求(XTM Processing Requirements)中定

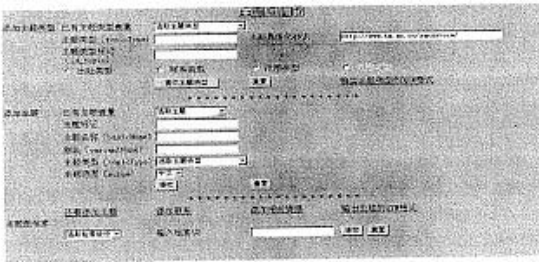


图3 XTM 主题图功能模块

义了一般的主题合并、基于事物的合并、基于主题命名约束的合并、主题图之间的合并等合并操作的规则。主要内容如下：

- 当两个主题图被合并时，任何代表同一个事物的主题、联系将会被合并，重复的主题或者联系将会被删除；
- 当两个主题被合并时，结果是一个主题，其特征元素是原来两个主题的并集。

满足以下条件的两个主题被认为是同一个事物：

- 它们有一个或多个相同的事物标识 (Subject Indicators)；
- 它们是对同一个可定址事物的具体化；
- 或者它们在同一个范围 (Scope) 中有相同的名称。

在试验中，分别就同一个主题图中的代表相同可定址事物的主题的合并和不同的主题图文件的合并进行了试验。

合并试验说明，主题图具有良好的扩展性和可重用性。如果构建好有关中国地理实体的 XTM 文件，则可以在资源环境的其它领域调用；同样，如果构建好了沙尘植物的主题图的 XTM 文件，那么就可以将沙尘暴领域的主题图与沙尘植物的主题图合并，从而逐步扩大领域主题图的范围。而且可以采用自底向上逐步扩展的办法，先从资源环境这个大领域的下属子学科或者领域入手，然后逐步扩展，如搭积木一般将各个子学科或领域的主题图合并而形成资源环境这个大领域的主题图。

(3) 利用 Omnigator 和 StarTree 展现沙尘暴领域主题图的比较研究

Omnigator<sup>[21]</sup>是 Ontopia 公司提供的免费的主题图导航工具，它建立于 Ontopia 公司利用 Java 开发的基于 Ontopia Navigator Framework 的 Ontopia Topic Map Engine 之上，允许用户载入、浏览 XTM、HyTM、LTM 格式的主题图，Omnigator 采用了基于标准 HTTP 协议的客户端/服务器体系结构。服务器端采用基于 Tomcat 服务器的 Ontopia 主题图引擎和导航框架，可以动态地读写主题图并产生 HTML 页面，在客户端，标准的 Web 浏览器接收 HTML 页面并产生主题图的可视化界面。在 Omnigator 中，主题图可以被视为一系列具有丰富的双向链接的概念列表，用户通过点击这些链接在主题图所反映的概念和概念之间的关系中浏览。

StarTree<sup>[22]</sup>是 Inxight 开发的以图的方式组织层次化的信息的软件，它可以以二维的动态方式展现主题图；由于可以用不同颜色或形状的节点来代表主题和主题之间的联系，可以用 URI 来直接指向与该主题相关的资源，因而对主题图思

想实现图示化非常简便、直接；它采用 Unicode，支持中文显示，对主题之间的属种关系表现直接，对其它类型的关系可以通过不同颜色的节点来表示；对节点、子节点、父节点、兄弟节点的增、删、改非常方便，提供了逐个节点添加和以特定格式的文件成批倒入的功能，发布简单，对节点的检索也非常方便。该软件可以被作为一种主题图的可视化软件在一些应用中使用，比如提供生命科学领域期刊文献的出版商 HighWire (<http://highwire.stanford.edu/>)，就采用了 StarTree 做为其收录文献的主题图导航工具。StarTree 允许以交互式的方式添加节点、子节点、父节点、兄弟节点，也可以采用一定格式的文本文件形成的本体倒入其中的方式快速构建图形化的导航界面。

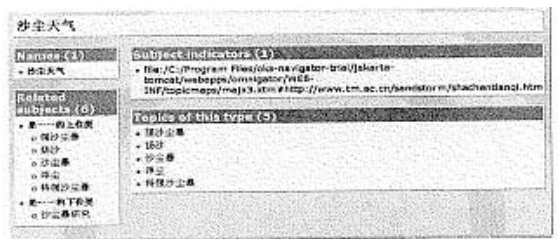


图4 Omnigator 中沙尘暴主题图的主题类型页面

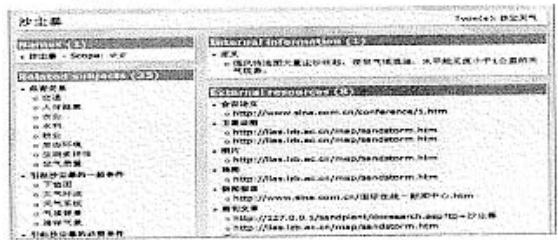


图5 Omnigator 中沙尘暴主题图的主题页面

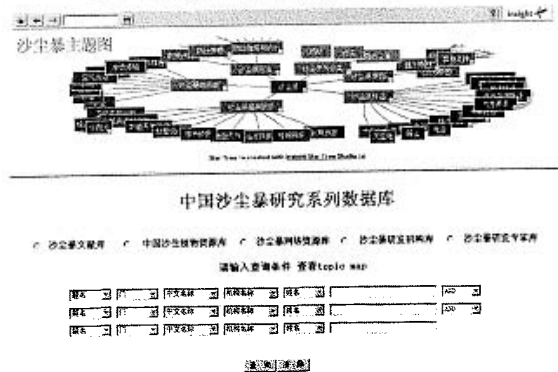


图6 StarTree 展现的沙尘暴主题图界面

对于主题图的可视化，所采用的 Omnigator 和 StarTree 各有特点，但是这两个软件都有欠缺。

对于 Omnigator 而言，首先，尽管它支持中文主题图的显示，但其栏目的说明完全是基于主题图技术术语的英文说明，这对于对主题图技术不太了解的中国用户而言，比较费解，而且对于主题的排列方式方面，对英文主题是按照英文音序排

列,对于中文主题的排列比较乱。

其次,尽管通过丰富的链接实现了对灵活的联系展示,但是其展现方式不够直观,而且它所具有的对属种关系的显示非常死板,当类目层次众多时,用户使用就会很麻烦。

再者,对于出处的表现方式不太友好,它往往是以一个URI字符串的方式展现给用户,而不是以内嵌的链接一个有实在意义的文字或者图标展现。

StarTree的应用方面,需要将已经确定的本体转换为特定格式的文件,而不是直接采用XTM文件,而且对于除了属种关系以外的联系需要额外定义规则。

由于这两个软件都是商业化公司提供的免费下载使用的软件,可以利用它们作为试验性应用的开发工具,但是如果真正开发基于这两个工具软件的应用,可能会存在许多机制上的问题;同时,这两个软件都没有提供开放源代码,对其界面进行适合不同用户需求的修改比较困难。所幸,试验中采用的主题图采用XML语法,对于XML语法可以采用XSLT进行不同风格的显示形式的定义。

## 4 体会与结论

经过对主题图的理论问题的研究以及对主题图技术在沙尘暴研究领域的知识导航的试验性应用,得出如下结论。

### 4.1 对主题图技术的总体认识

主题图技术作为一种知识组织技术,吸收了传统知识组织技术的长处,并有所发展。主题图技术作为一种知识表现语言,其优点在于数据结构直观而易于理解,数据格式简单而系列化;但是主题图目前还是一种简单的本体语言,它在形式化和推理机制上还有待完善。由于主题图技术吸收了各种知识组织方法的长处,并采纳了本体和语义网的思想,使得它可以满足数字化时代知识组织的某些需求。主题图具有灵活的扩展性和可重用性,同时可以在此基础上实现语义互操作,可以利用主题图展现的语义关系进行语义挖掘。

### 4.2 基于主题图的应用中的关键问题

(1)在构建某个领域的主题图应用时,首先并且最重要的是构建领域的本体。本体的构建应该遵循清晰性、一致性、完善性、可扩展性等构建原则,构建本体时,可对领域概念按照通用概念层、领域概念层、领域实体层、管理概念层等分层处理,这样有利于捋清本体构建的思路,也利于本体的重用扩展。

(2)在将构建好的本体转换为主题图时,可以采用XTM或者HyTm格式,而XTM格式更适合于网络发展和语义互操作的要求。对于主题图的存储可以采用XML文件形式,也可以采用关系型或者面向对象型的数据库形式。

(3)主题图的可视化工具主要有两类,一类是提供富有丰富链接的主题列表方式的软件,另一类是以图的方式展现概念和概念间的关系的软件。试验中采用的Omnigator和StarTree各有特色,也各有欠缺。

(4)在主题图技术的应用过程中,构建知识结构层和信息资源层的连接时,虽然采用了自行开发的基于主题图的标引工具,可以有限提高工作效率,但是,笔者认为,如果采用合适的自动分类软件,将会降低标引成本。

(5)在主题图技术的应用过程中,主题图本体的构建、主题图文档的编辑、存储、导出、可视化等环节都需要相应的软件工具来实现,可以采用面向对象或基于关系型的数据库来支持。根据不同的情况,可以选择采用下载免费工具、在开放源代码的软件基础上开发和自行开发几种方式。

### 4.3 主题图技术在综合性的跨学科领域的知识组织方面的适应性

经过对沙尘暴研究领域这一综合性的跨学科领域的知识组织和导航的试验,体会到:对于综合性的跨学科的研究领域的知识组织,采用学科知识组织体系(如中图法或者科图法),可以对学科类属关系进行揭示,但对其它概念关系则无能为力,而用主题图则可以灵活地定义丰富的概念之间的关系。

同时,由于主题图内在的合并机制,使得主题图具有良好的扩展性和可重用性。这样对于资源环境领域这样的大科学而言,就可以采用自底向上逐步扩展的办法,先从资源环境这个大领域的下属子学科或者领域入手,然后逐步扩展,如搭积木一般将各个子学科或领域的主题图合并而形成资源环境这个大领域的主题图。

### 4.4 主题图技术的应用前景

通过对主题图技术的应用试验,笔者认为主题图技术在叙词表编制和应用方面、网络教学的教育信息资源组织与导航方面、电子商务方面、门户网站、科研助理和知识交流共享等方面将会有比较好的应用价值。随着主题图技术的逐步发展,它将在数字化知识组织和知识表示方面发挥更大的作用。

#### 参考文献:

- 1 Steve Pepper, Graham Moore. XML Topic Maps (XTM) 1.0 <http://www.topicmaps.org/XTM/1.0/XTM1-20010806.html> (Accessed Aug. 23, 2002)
- 2 艾丹祥,张玉峰. 利用主题图建立概念知识库. 图书情报知识, 2003(2):48-53
- 3 Steve Pepper. Navigating Haystacks and Discovering Needles: Introducing the New Topic Map Standard. <http://www.ontopia.net/topicmaps/materials/mlangart.pdf> (Accessed Jan. 2, 2003)
- 4 H. Hogler Rath. Topic Maps and Knowledge Management,

- http://www.planetpublish.com/pdfs/HolgerRath.pdf (Accessed Sept. 2, 2002)
- 5 Steve Pepper. The TAO of Topic Maps. finding the way in the age of infogluthttp://www.gca.org/papers/xmlleurope2000/pdf/s11-01.pdf(Accessed Aug. 21, 2002)
- 6 HOGGER RATH. Topic Map and Ontological World. http://onto2001.aifb.uni-karlsruhe.de/tm-talk-hhr.pdf(Accessed Dec. 23, 2002)
- 7 Jack Park, Sam Hunting. XML Topic Maps: Creating and Using Topic Maps for the Web. New York: Addison Wesley, 2002(Alexander Sigel. Topic Maps in Knowledge Organization. http://www.gca.org/papers/xmlleurope2000/papers/s22-02.html(Accessed Dec. 10, 2002)
- 8 Kal Ahmed Topic maps the business use case. http://www.techquila.com(Accessed Jan. 17, 2003)
- 9 Thomas Bandholtz, SchlumbergerSema, A Taxi in Knowledge Land, A Use Case that Combines Topic Maps and Web Services in a Public Portal In Proceedings of XML Europe 2002, Spain, May 2002. http://62.231.133.220/idea-eks-nav/XTM/(Accessed Sept. 3, 2002)
- 10 Michael Chau, Hsinchun Chen, Jialun Qin, Yilu Zhou, Wai-Ki Sung, Yongchi Chen, Yi Qin, Daniel McDonald, Ann Lally, Matthew Landon. NanoPort: A Web Portal for Nanoscale Science and Technology. In Proceedings of JCDL'02, Portland, OR, USA, July 2002
- 11 Kounq-lung Lin, Yen-jen Oyang. Knowledge Management for a Buddhism Digital Archive with Topic Map. http://www.iis.sinica.edu.tw/APEC02/Program/abstract-1kl.htm (Accessed Aug. 27, 2002)
- 12 Xia Lin, Jian Qin. Building a Topic Map Repositoryhttp://faculty.cis.drexel.edu/~xlin/presentations/kt2002.ppt (Accessed Dec. 15, 2002)
- 13 Nikita Ogievetsky, Terry Badger, Topic Map Solutions for Kodak Digital Camera Accessories. http://www.idealliance.org/papers/dx-xml03/papers/02-03-02/02-03-02.html#ctw(Accessed Sept. 9, 2003)
- 14 杨秋芬,陈跃新. Ontology 方法学综述. 计算机应用研究, 2002(4)
- 15 Uschold & King, Description of methodologies; Overview of methodologies for building ontologies. http://www.ahetc.gov.cn/cit/200110/01.doc(Accessed May. 11, 2003)
- 16 中国科学院地理研究所, 中国科学院兰州冰川冻土研究所, 中国科学院成都山地灾害与环境研究所编.《地理科学叙词表》. 科学出版社
- 17 中国气象科学研究院情报所编. 大气科学主题词表. 气象出版社, 1998
- 18 方宗义,朱福康,江吉喜,钱正安编. 中国沙尘暴研究. 气象出版社, 1997
- 19 冯道主编. 防沙治沙与生态环境建设实务全书. 吉林科学技术出版社, 2002
- 20 同[1]
- 21 http://www.ontopia.net/(Accessed Mar. 20, 2004)
- 22 http://highwire.stanford.edu/(Accessed Mar. 20, 2004)
- 23 http://www.tm4j.org/(Accessed Mar. 20, 2004)
- 24 http://www.techquila.com/tmtab.html (Accessed Mar. 20, 2004)
- (作者 E-mail: majx@ns.lzb.ac.cn)

=====  
 (上接第5页)

- 8 Digital Signature Initiative. URL: http://www.w3.org/DSig/. (Accessed Feb. 17, 2004)
- 9 DSS. http://www.itl.nist.gov/fipspubs/fip186.htm. (Accessed Feb. 17, 2004)
- 10 Digital Water marking World. URL: http://www.watermarkingworld.org/. (Accessed Feb. 17, 2004)
- 11 Hal Berghel, Lawrence O'Gorman. Digital Watermarking. http://www.acm.org/~hbl/publications/dig-wtr/dig-watr.html. (Accessed Feb. 17, 2004)
- 12 Microsoft and SAML. http://www.pconline.com.cn/news/cn/10207/77757.html (Accessed Mar. 17, 2003)
- 13 S. Santesson, et al. Internet X. 509 Public Key Infrastructure Qualified Certificates Profile. http://www.itu.int/newsarchive/press-releases/2000/05.html (Accessed Feb. 17, 2004)
- 14 Kerberos WG. http://www.ietf.org/html.charters/krb-wg-charter.html (Accessed Feb. 17, 2004)
- 15 Open Digital Right Language. http://odrl.net/ODRL-07.pdf (Accessed Feb. 17, 2004)
- 16 EBX Working Group. The electronic book exchange system (EBX) Version 0. 8. 2000, 7. http://www.ebxwg.org (Accessed Feb. 17, 2004)
- 17 About XrML. http://www.xrml.org/about.asp (Accessed Feb. 17, 2004)
- (作者 E-mail: zniu@nlc.gov.cn)