

中文叙词表本体的形式化表示与 SKOS 的比较研究¹

——以及对建立中文知识组织系统形式化表示标准体系的建议

[文摘] 本文简要介绍了 SKOS (简单知识组织系统) 和 OntoThesaurus (中文叙词表本体) 的背景, 然后分别从目标层次和具体的类和属性层次对它们进行了详细的比较, 说明了二者的适用范围: 基于 RDF 的 SKOS 适于为形式化要求较低的中文知识组织系统 (KOS) 的网络开发提供表示语言和 API 工具, 而基于 OWL DL 的 OntoThesaurus 则为中文叙词表等高受控的中文 KOS 的网络开发和向本体的发展提供了可行的形式化表示方案和共建共享配套系统。最后提出了建立中文知识组织系统形式化表示标准体系的建议。

[关键词] 中文叙词表本体 SKOS 叙词表 本体 知识组织系统 OWL 形式化表示 标准体系

[分类号] G254 TP18

A Comparative Study on OntoThesaurus and SKOS

— with a suggestion to establish a formal representation standard system for Chinese KOS

[Abstract] The SKOS (Simple Knowledge Organization System) and OntoThesaurus (Chinese-Thesaurus-Ontology) are introduced briefly. Then they are studied comparatively, respectively on purpose level and on class and property level. The comparative study illustrates that RDF-based SKOS is applicable to Chinese KOS with low formalization requirement, providing representation language and API facility for their application on Web, and OWL DL-based OntoThesaurus is developed for Chinese Thesaurus (or other Chinese KOS with high formalization requirement), providing them practical OWL profile and co-construction and sharing system kit. Finally, a suggestion of establishing formal representation standard system for Chinese KOS is put forward.

[Keywords] OntoThesaurus, SKOS, thesaurus, ontology, KOS, OWL, formal representation, standard system

1 SKOS 和 OntoThesaurus 简介

SKOS (Simple Knowledge Organization System, 简单知识组织系统) 为表示概念体系 (concept scheme, 如叙词表、分类法、主题标题表、分类表 (Taxonomy)、民间分类表 (folksonomy) 以及其它相似类型的受控词表) 的基本结构和内容提供了一个模型, 作为资源描述框架 (Resource Description Framework, RDF) 的一个应用, SKOS 允许概念在万维网上编制和发布、与网上的数据链接或集成入其它的概念体系^[1]。目前 SKOS 是 W3C 的工作草案 (Working Draft), W3C 于 2008 年 8 月 29 日发布了最后征求意见稿 (10 月 3 日截止意见征求)^[1-3], 预示着 SKOS 已基本定型, 正在向成为 W3C 推荐标准 (Recommendation) 作最后的努力。本文的分析以这个版本为准。

OntoThesaurus (Chinese-Thesaurus-Ontology, 中文叙词表本体) 是国家社科基金项目“基于本体和知识集成实现中文叙词表的升级、共享和动态完善” (编号 05CTQ001) 的研究成果, 即用本体表示语言 OWL (W3C 推荐标准) 形式化表示的中文叙词表, 可进一步演化成细粒度的本体^[4]。

下面将从目标层次和具体的类和属性层次对它们进行比较, 以方便我国的叙词表、分类法等中文知识组织系统编纂机构选择合适的形式化表示语言, 尽快实现传统中文 KOS 的形式化表示和网络化应用。

¹国家社科基金项目“基于本体和知识集成实现中文叙词表的升级、共享和动态完善” (编号 05CTQ001)

2 在目标层次上的比较

2.1 SKOS

设计用来表示半形式化的知识组织系统，如叙词表、分类法、主题标题表、分类表（Taxonomy）等，以实现这些 KOS 在语义 Web 环境中的应用。

SKOS 的定义有较大的弹性，是基于 RDF 的非严格意义上的形式化语言，以容纳结构较为松散的 KOS。其数据模型与 OWL Full 兼容，有较好的表达性，但与 OWL DL 不兼容，不具备完备的推理性能^[1,2]。对于 KOS 的网络应用而言，笔者认为可将其视为一种处于 HTML 和 OWL 之间的过渡性表示语言：高于 HTML，可以将 KOS 表示为机器可理解的语言，实现网上发布和检索；低于 OWL DL，没有严格的形式化定义，不能实现完全的推理。

配套功能：已实现 Web Service API（SKOS-API）。一致性检测被列入候选需求^[5]。

2.2 OntoThesaurus（中文叙词表本体）

设计用来表示结构规范的中文叙词表（主题词表），以实现其本体化升级和在语义 Web 环境中的共享应用和网络化共建。采用 OWL DL，可实现完备的推理。专门针对我国中文叙词表结构及其本体化扩展而设计，可视为 OWL 在中文叙词表领域的一个应用子集。适用于我国现有的一百三十余部中文叙词表（包括分类主题一体化词表）。简化后也可用于中文规范档、专业分类表（taxonomy）等 KOS。

在其基础上已实现较为完备的中文叙词表本体共建共享系统（OntoThesaurus Co-constructing and Sharing System, OTCSS），包括：从中文叙词表到 OntoThesaurus 的自动转换功能、一致性检测推理功能、网络术语学服务功能（供人使用的 OntoThesaurus-TS 和供应用程序使用的 Web Service OntoThesaurus-API），以及全面深入的网络共建功能（用户界面+修订专家界面）。^[4, 6-8]

3 二者类与属性的对应关系

为便于读者理解第 4 节中的具体比较内容，我们首先列出 SKOS^[1,2,9]和 OntoThesaurus^[4,7]的类和属性的大致对应关系，如表 1 所示。

表 1 SKOS 和 OntoThesaurus 的类和属性大致对应

SKOS		OntoThesaurus	
类或属性名称	说明	类或属性名称	说明
skos:Concept	Class, 概念类, owl:Class 的实例。代表一个抽象的观念或想法（idea 或 notion），一个思维单位。允许其 individual 同时又是与其平级的类。	Concept	Class, 概念类, owl:Class 的实例。中文叙词表中所有正式主题词（叙词）都是这个类的 individual（成员，实例）。建议直接用中文叙词表中的叙词来表示概念（在概念的实例声明中采用叙词作为 URI（IRI）的最后一部分）。
skosxl:Label	Class, 标签类。所有语言标签都是这个类的 individual。		直接使用 rdfs:Label 声明类和属性的显示标签，如 Concept 类的标签是“概念”，HasNTerm 属性的标

			签是“入口词”。
		PTerm	Class, 首选术语(正式主题词, 叙词)类。即概念的正式表述形式。对于经过长期实践检验、质量上乘的中文叙词表, 建议省略 PTerm 及其相应属性 HasPTerm 的声明, 以避免无谓的重复。
		NTerm	Class, 非首选术语(非叙词, 入口词)类。中文叙词表中所有非正式主题词(入口词)都是这个类的 individual。
skos:prefLabel	DatatypeProperty, 首选标签, 其 domain 是所有资源, range 是 RDF 的 plain literals 类。它是连接资源(不一定是概念)及其首选语言标签的关系属性。一个概念只能有一个同一语种的首选标签, 但允许概念没有首选标签。	HasPTerm	ObjectProperty, 有首选术语。概念及其首选术语(正式主题词, 叙词)之间的关系属性。当省略 PTerm 时, 该属性也省略。
skos:altLabel	DatatypeProperty, 非首选标签, 其 domain 是所有资源, range 是 RDF 的 plain literals 类。它是连接资源(不一定是概念)及其非首选语言标签的关系属性。	HasNTerm	ObjectProperty, 有非首选术语(非叙词, 入口词)。概念及其非首选术语之间的关系属性。
skos:hiddenLabel	DatatypeProperty, 隐藏标签, 用于连接资源(不一定是概念)及其(错误的但有入口作用的)非首选语言标签的关系属性。		
skos:broader	ObjectProperty, 直接上位链接属性。概念及其直接上位概念之间的关系属性。Domain 和 Range 都是 skos:Concept。	Broader	ObjectProperty, 上位关系属性。概念及其直接上位概念之间的关系属性。Domain 和 Range 都是 Concept。具有传递性, 但根据中文叙词表的结构, 在断言中仅出现直接上位概

			念,越级情况通过一致性检测机制控制。
skos:broaderTransitive	ObjectProperty, 传递上位链接属性。概念及其任意级别上位概念之间的关系属性。Domain 和 Range 都是 skos:Concept。具有传递性。仅用于推理,不用于发布断言。	TBroader (内部使用)	仅用于一致性检测推理。作用等同于 skos:broaderTransitive。Domain 和 Range 都是 Concept。
skos:narrower	ObjectProperty, 直接下位链接属性。概念及其直接下位概念之间的关系属性。Domain 和 Range 都是 skos:Concept。与 skos:broader 互逆。	Narrower	ObjectProperty, 下位关系属性。概念及其直接下位概念之间的关系属性。Domain 和 Range 都是 Concept。具有传递性,但在断言中仅出现直接下位概念,越级情况通过一致性检测控制。
skos:narrowerTransitive	ObjectProperty, 传递上位链接属性。概念及其任意级别上位概念之间的关系属性。Domain 和 Range 都是 skos:Concept。具有传递性。仅用于推理,不用于发布断言。		由于 TBroader 的传递性以及 Broader 与 Narrower 之间的互逆性,检测越级情况时只需单向进行,无需设置对应的 TNarrower 属性。
skos:related	ObjectProperty, 相关链接属性。概念及其相关概念之间的关系属性。Domain 和 Range 都是 skos:Concept。具有对称性,但不规定其子属性继承其对称性。与上位、下位等级属性不相交。	Related	ObjectProperty, 相关关系属性。概念及其相关概念之间的关系属性。Domain 和 Range 都是 Concept。未声明其有对称性,因其子属性不具有对称性。在不准备扩展相关关系子关系的系统中可明确规定其具有对称性。
skos:semanticRelation	ObjectProperty, 语义关系链接属性。 skos:broaderTransitive, skos:narrowerTransitive 和 skos:related 均为其子属性。		
skos:ConceptScheme	Class, 概念体系类, owl:Class 的实例。概念体系类的实例大致对应于独立的叙词表、分类法、主题标		

	题系统或其他 KOS。		
skos:inScheme	ObjectProperty, 归属概念体系属性。概念及其所归属的概念体系之间的关系属性。Domain 是 skos:Concept, Range 是 skos:ConceptScheme。适用于声明一个概念属于多个概念体系。		
skos:hasTopConcept	ObjectProperty, 包含顶级概念属性。概念体系与其所包含的顶级概念之间的关系属性。Domain 是 skos:ConceptScheme, Range 是 skos:Concept。注意：这与中文叙词表中的族首词关系定义是完全不同的。	TopConcept	ObjectProperty, 顶级概念属性, 概念与其所属等级结构中的顶级概念之间的关系, Domain 和 Range 均为 Concept。对应于中文叙词表中的族首词关系。
skos:topConceptOf	skos:hasTopConcept 的逆属性。		
skos:notation	DatatypeProperty, 标识符号属性, 是概念与其标识符号之间的关系属性。标识符号必须是非自然语言字符串, 在一个概念体系内, 一个标识符号只能对应于一个概念。可以是特定的标识符号系统或分类号。注意: 在一些中文叙词表中 (如 CCT), 多个概念会对应于同一个分类号。此时不宜采用这个属性来表示分类号。		
		CLCCode	DatatypeProperty (下同), 中图法分类号
		LCCASCode	科图法分类号
		UDCCode	国际十进制分类号
		DDCCode	杜威十进制分类号
		LCCCode	国会图书馆图书分类号
		PinYin	汉语拼音

		EngCounterpart	英译名
Skos:note 并定义了若干子属性		ScopeNote	因认为 Note 是给人看的，一般不用于推理，所以未进一步区分子属性。

4 二者类与属性的具体比较

4.1 二者对待概念及其语言表现形式（具体的术语）的态度不同

4.1.1 SKOS

认为概念是抽象的，表现概念的术语只是一种语言标签，是 `rdfs:label` 的子属性。

SKOS 对于三个标签属性的定义比较松散，其 Domain 是所有资源，Range 是 RDF plain literals。当与 OWL 等语言混合使用时，很容易与表示其他资源（如概念、属性等）的 `rdfs:label` 混淆。为了能够对标签进行更严格的管理，SKOS 在其 eXtension for Labels (XL)^[9] 中增加了 `skosxl:Label` 类来弥补原定义的松散，作为 `skosxl:prefLabel`, `skosxl:altLabel` and `skosxl:hiddenLabel` 属性的 Range。XL 还扩展定义了 `skosxl:labelRelation` 属性来表示 `skosxl:Label` 的实例之间的直接（二元）关系，并建议以此作为扩展点提炼更专指的链接类型。但该属性的存在等于另建了一套语言标签之间的关系体系，将概念间关系与语言标签间的关系割裂开来。这种松散的概念定义方式使 SKOS 拥有较好的表达能力，可以用来表示各种规范程度的受控词表，但用来表示高受控词表时，无疑会丢失其本应拥有的推理能力，不能实现严格的一致性检测。

SKOS 未定义 `skos:Concept` 类的子类。建议可定义子关系属性（例子来自 ISO2788），但未具体定义。

4.1.2 OntoThesaurus

也认为概念是抽象的，但认为首选术语（叙词，正式主题词）是概念的最佳表现形式，即叙词就是概念。非首选术语（非叙词，非正式主题词）是概念的入口词。概念（叙词）、入口词都定义了相应的类。它们之间的 `HasNTerm` 关系属性具有明确的 Domain 和 Range。在进行一致性检测时很容易通过值域不一致等问题的判断来保证概念与入口词的不相交。概念间的关系属性只在概念间声明，执行一套关系体系。这种严格的概念定义方式为实现 OntoThesaurus 的一致性检测机制打下了良好的基础。

针对中文叙词表的特点，OntoThesaurus 还定义了 `Concept` 类的子类；参考 ANSI/NISO Z39.19 – 2005，OntoThesaurus 扩展了上位、下位和相关关系的子关系属性，并定义了这些子关系属性的中、英文显示符号，完善了可操作性。通过子类和子属性，OntoThesaurus 可以从初始的粗粒度本体逐渐演化成细粒度本体^[4]。

4.2 二者对概念间等级关系的处理略有不同，效果类似

4.2.1 SKOS

未声明 `skos:broader` 和 `skos:narrower` 具有传递性，出于两个考虑：松散的 KOS 中概念间的上下位关系并不一定具有传递性，如 `vehicles skos:narrower cars, cars skos:narrower wheels`，但不存在 `vehicles skos:narrower wheels`；由此，另一方面，SKOS 定义 `skos:broader` 和 `skos:narrower` 仅用来表示概念与其直接上下位概念的链接关系，不需要具有传递性。

但为了兼容各方需求，SKOS 又定义了两个具有传递性的属性 `skos:broaderTransitive` 和 `skos:narrowerTransitive` 来表示任意级别的上下位链接关系。这两个属性不能用来作断言声明，仅用于推理或查询扩展等应用。

4.2.2 OntoThesaurus

中文叙词表在编制过程中已对等级关系进行了严格的规范，其上下位关系具有传递性，但在叙词款目中一般只显示直接上下位关系词，以方便使用者根据上下位关系词明确语义。根据中文叙词表的这一特点，OntoThesaurus 定义 Broader 和 Narrower 属性具有传递性，但只用于声明直接的上下位关系概念（通过对越级关系的检测来保证）。

在越级推理检测中，我们内部使用了 TBroader 属性来表示任意级别的上位关系，其作用等同于 skos:broaderTransitive。由于 TBroader 的传递性以及 Broader 与 Narrower 之间的互逆性，检测越级情况时只需单向进行，因此未设置对应的 TNarrower 属性^[7]。

4.3 二者对顶级概念（族首词）的处理完全不同

SKOS 定义了 skos:hasTopConcept 及其逆关系 skos:topConceptOf 来表示概念体系与其所拥有的顶级概念之间的关系，也许是为了方便列出某一概念体系中的一级概念而设。但这与传统叙词表中的族首词关系的含义完全不同，因此不能用来表示中文叙词表中的族首词关系。

叙词款目中的族首词，指的是该叙词所属词族等级中的顶级概念，因此族首词表示的是叙词概念与叙词概念之间的关系，而非概念体系（如某叙词表）与概念的关系。为此，OntoThesaurus 定义了 TopConcept 属性来表示叙词与其族首词之间的关系，并在其一致性检测机制中实现了通过等级传递关系自动生成族首词的功能。

4.4 二者对相关关系的处理大致相同

SKOS 明确定义 skos:related 具有对称性，但不遗传给其子关系。

OntoThesaurus 未明确定义 Related 具有对称性，以保证逻辑完备性，因为其子属性不具备对称性，而具备互逆性。但建议在不准备扩展相关关系子关系的案例中，可以明确定义它的对称性，OntoThesaurus 的一致性检测机制可以给予相应的支持。

4.5 二者对概念间关系的自反性定义不同

SKOS 较为松散，允许 skos:related 等属性具有自反性（即概念与其自身之间的关系），而 OntoThesaurus 规定所有关系（HasPTerm 除外）一律不能存在自反关系，以保证其规模不致无意义地膨胀。

4.6 二者对属性之间不相交性的定义有所不同

SKOS 规定 skos:prefLabel, skos:altLabel 和 skos:hiddenLabel 属性之间两两不相交，即一个概念与其语言标签之间不能同时拥有上述三种关系属性中的两种（或以上），换句话说，就是一个概念的同一种语种的的首选标签、交替标签和隐藏标签必须互不相同。SKOS 还规定 skos:related 属性与等级关系属性 skos:broaderTransitive 和 skos:narrowerTransitive 不相交，即一个概念的相关关系概念不能与等级关系概念等同。可以看出，属性不相交的判定在 SKOS 中被分为两个小组（标签组和语义关系组）来进行。另外，还存在一些可能的漏洞：如允许两个不同的概念拥有同样的首选标签等。

OntoThesaurus 则作了更全面的規定：所有关系属性之间均不相交（不考虑 TopConcept，因其可在一致性检测完毕之后自动生成），相交者被称为二元冲突。这种机制可以更全面地检测出 OntoThesaurus 中的逻辑错误，如入口词与相关词同形的情况，而这在 SKOS 中是符合其数据模型的。

4.7 二者对于分类号的处理不同

SKOS 规定一个概念的 `skos:notation` 属性必须是唯一的，即 `notation` 属性可以唯一标识一个概念，这对于分类法的表示来说是可行的，但不能用来处理分类主题一体化词表中的分类号，因为在这种叙词表中，一个分类号可以对应于多个叙词概念。

OntoThesaurus 根据中文叙词表的组成特点，定义了若干个常用的分类号属性，它们都是 OWL `DatatypeProperty`，`Range` 是 `&xsd:string`，不必具有唯一性。可以用来很好地表示中文叙词表中的分类号属性。

4.8 二者对注释的处理不同

SKOS 对注释的处理比较细腻，不仅定义了 `skos:note`，还为其定义了若干子属性。

OntoThesaurus 定义了 `ScopeNote` 属性，对应于 ISO2788 中的 SN，可以用来表示中文叙词表中所有种类的注释。未定义子属性，主要是因为中文叙词表中，虽然理论上注释有各种不同的类型，但在机器处理和印刷显示上并未作更细的处理，事实上，注释本身的作用也主要是给人看的，人可以判断不同的注释。在对注释没有强烈细分要求的案例中，不建议对其进行细分，以免无谓地增加实现难度。但在需要严格细分注释类型的案例中，则建议采用 `skos:note` 及其子属性。

5 对 SKOS 的一点使用建议

不建议在一个文件中包含多个 KOS 概念体系，这样做会增加实现的复杂度，却没有多少现实意义。定义应尽量简化，避免增加不必要的等级，如 `inScheme`，`SemanticRelation`，`Collection`（对于分面，在 `OntoThesaurus` 中可以通过扩展 `Narrower` 的子关系来解决，“按……分”对应于 `Narrowerby...`，这种处理将有利于实现严格的推理）。

对于中文分类法而言，其本身并不是严格的 KOS，例如：类名不具备唯一性，很多类名须与上位类名合并才能完整揭示该类的涵盖范围，这些特点决定了它更适合供人使用。实现等级关系的缩放显示对于用户判断所属类目至关重要，所以，现有中文分类法对表示/显示的需求远大于对推理的需求，CCT2（中国分类主题词表第二版）电子版中对分类法的展示就可以满足要求，建议先采用 HTML 进行网络发布。若想进一步实现分类法的网络检索和简单推理，则建议可以采用 SKOS 来表示。`skos:notation` 的定义比较适合用来表示分类法中的分类号，它是唯一的，`skos:Concept` 用来表示类名，`skos:note` 表示注释，`skos:broader` 和 `skos:narrower` 表示上下位关系，`skos:Collection` 表示分面分类组成，可以基本满足中文分类法的表示要求。建议先用 SKOS 作一些转换尝试，在实践基础上再进行优化改进。如果要实现类名的唯一性，中国图书馆分类法等中文分类法需要对类名作相当大的调整。

也许是受传统数据库模式的影响，现有的 SKOS 实现方案几乎都采用了序号（类似于控制号）来代表 URI 后的概念（如 LCSH，AAT 等）。这样做的结果是牺牲了 URI 的“human readable”性能（参考文献[3]中对 URI 的扩展要求：解引用 URI 之后的内容应具备人类可读性），尤其是概念间的关系表述，变成了两个毫无人类可读性的 URI 之间的关系。事实上，SKOS 定义中并未作出这样的规定。中文叙词非常简洁，且具有唯一性，我们完全可以直接用叙词本身来表示 URI（此时应称为 IRI）中的概念名称，从而大大改进 SKOS 文件的人类可读性。

6 结语：对建立中文 KOS 形式化表示标准体系的建议

SKOS 在 2004 年 2 月 OWL 推荐标准正式发布之后，为了兼容那些规范化程度不高的 KOS，仍基于 RDF 来制定标准，就已确定了自己的低调定位。SKOS 可以为低要求的 KOS

网络开发提供表示语言和 API 工具,但其形式化程度显然不能满足高要求的 KOS 网络开发的要求。完全采用 SKOS 来表示中文叙词表等高受控词表,势必会牺牲掉耗费了大量人力物力才达到的高规范性,由此而降低了本应具备的推理能力,也不利于进一步向本体发展。

对于中文叙词表这种严谨的 KOS 而言,更适合定义一个 OWL DL 应用子集,例如 OntoThesaurus 就是这样一个应用子集,可以基本满足国内现有一百多部中文叙词表的形式化表示要求和一般扩展细化要求,可先将其作为基本应用子集使用,在实践中如果发现有其他的需求,再吸收 SKOS 的一些原语(必要时将其改造成符合 OWL DL 规范)或扩展定义相应的 OWL 类和属性。

中文规范档在结构上可以看作是中文叙词表的简化形式,如名称规范档一般只包含等同(入口)关系和参见关系,地名规范档主要包含等同关系和上下位关系,因此,我们只需根据具体情况在 OntoThesaurus 的基础上进行简化、将类和属性的显示 Label 改为符合中文规范档的用语即可。

W3C 是以欧美学者为主的组织,要求其开发的 SKOS 完全符合中文 KOS 的表示需要是不现实的。中文 KOS 有其自身的发展历程,形成了有别于西方文字 KOS 的一些特点,这就决定了中文 KOS 的形式化表示不可能完全依赖国外组织制定的规范,而必须自行研究制定一些符合自身特点而又与国际相关标准兼容的规范,先解决国内的需要,再进一步寻求国际支持。建议全国信息与文献标准化技术委员会借鉴 W3C^[10]的机制,通过网络建立直接沟通渠道,鼓励参与,广泛征询建议草案,在充分考虑各方意见和实践验证的基础上,逐步形成和颁布中文知识组织系统形式化表示的系列标准,以指导我国的知识组织系统研究和服务工作。

参考文献:

- [1] SKOS Simple Knowledge Organization System Primer: W3C Working Draft 29 August 2008[EB/OL]. [2008-10-13]. <http://www.w3.org/TR/2008/WD-skos-primer-20080829/>.
- [2] SKOS Simple Knowledge Organization System Reference: W3C Working Draft 29 August 2008[EB/OL]. [2008-10-13]. <http://www.w3.org/TR/2008/WD-skos-reference-20080829/>.
- [3] Best Practice Recipes for Publishing RDF Vocabularies: W3C Working Group Note 28 August 2008[EB/OL]. [2008-10-13]. <http://www.w3.org/TR/2008/NOTE-swbp-vocab-pub-20080828/>.
- [4] 曾新红. 中文叙词表本体——叙词表与本体的融合[J]. 现代图书情报技术, 2009(1):34-43
- [5] SKOS Use Cases and Requirements: W3C Working Draft 16 May 2007[EB/OL]. [2007-06-08]. <http://www.w3.org/TR/2007/WD-skos-ucr-20070516/>.
- [6] 曾新红等. 中文叙词表本体共建共享系统研究[J]. 情报学报, 2008(3):386-394
- [7] 曾新红, 林伟明, 明仲. 中文叙词表本体一致性检测机制研究与实现[J]. 现代图书情报技术, 2008(5):1-9
- [8] 曾新红, 林伟明, 明仲. 中文叙词表本体的检索实现及其术语学服务研究[J]. 现代图书情报技术, 2008(2):8-13
- [9] SKOS Simple Knowledge Organization System eXtension for Labels (XL) RDF Schema: 17 March 2009 "Candidate Recommendation" Edition[EB/OL]. [2009-03-18]. <http://www.w3.org/TR/2009/CR-skos-reference-20090317/skos-xl.html>.
- [10] W3C. <http://www.w3.org/>