

● 范 炜^{1,2}, 邹 庆³

(1. 中国科学院 研究生院, 北京 100049; 2. 中国科学院 国家科学图书馆, 北京 100190; 3. 麦吉尔大学 信息学院, 加拿大)

词表资源关联化

摘要: 根据关联数据设计方法与相关语义网技术, 结合国外项目实践, 勾勒出实现词表资源关联化的技术路线, 为国内词表发展提供一些参考建议。

关键词: 关联数据; 知识组织系统; 词表; 资源

Abstract: Based on the design of the linked data and the related semantic Web technologies, and combined with the practice of the foreign project, this paper outlines the technical route for linking vocabulary resources. Finally, it offers some suggestions for vocabulary development in China.

Keywords: linked data; knowledge organization system; vocabulary; resources

从文档的 Web 走向数据的 Web, T. Berners-Lee 倡导的关联数据理念将网络中的众多资源与关系联系起来。图书馆拥有的丰富知识资源借着这股发展势力积极融入到关联开放数据 (Linked Open Data, LOD) 之中, 其中受控词表、规范文档等是图书馆界贡献的关联数据资源中的一个类型。

关联数据中将资源分为两类: 信息资源和非信息资源 (或称为“其他资源”)^[1]。在传统文档网络中找到的网页、图片以及其他媒体文件都是信息资源, 但是还有一些我们想共享的数据并不是信息资源, 例如人、物理产品、地方、科学概念等。存在于网络之外的真实世界中的对象被称为非信息资源, 在关联数据中这种区分非常重要。词表包含丰富的概念及语义关系, 可以归入以上的非信息资源种类。作为一种结构化数据资源, 通过关联数据可以使术语资源通过关联、共享、集成变为语义网数据的一部分。资源的开放共享促使知识组织系统的网络化服务功能和形式更加丰富多样。

词表是传统意义上知识组织系统的具体形式, 蕴涵对应的知识组织方法, 其类型包括分类表、叙词表、代码表、术语清单、本体以及 Folksonomy, 等等。词表的功能建立在结构模式之上, 不同的结构复杂度满足不同的组织功能需要, 各类知识组织系统中不存在某种最优的结构, 服务功能与形式依赖于知识组织系统结构模式的不断创新与发展。在此基础上, 从结构模式到编码表征的计算机与人可读可理解的存在形式是知识组织系统发展的技术要件, 也是当前词表存在形式数字化、网络化的趋势。图书馆界在长期的资源组织实践中编制了大量的词表, 这些词

表作为术语资源提供了丰富的主题概念及语义关系, 作为组织工具用来查询扩展, 语义消歧等提高了检索效率。

美国国会图书馆规范文档与词表服务项目 (Library of Congress Authorities and Vocabularies Service) 是当前词表资源关联化应用的代表^[2], 它的目标是让人与机器都可以方便地访问国会图书馆的规范数据。最先纳入其中的是国会标题表 LCSH, 随后还会陆续加入图像材料叙词表、地理区域代码表、语言代码表等。此项服务的意义在于开放共享词表资源, 方便用户深入到单个概念层面的访问, 提供词表资源的多种格式, 以 HTTP 协议为基础, 通过关联数据与其他数据进行集成和整合, 可视化展示概念与语义关系, 等等。

本文的研究对象是图书馆界已经积累的受控词表, 根据关联数据设计方法与相关语义网技术, 结合国外项目实践, 试图勾勒出实现词表资源关联化的技术路线, 为国内词表发展提供一些参考建议。

1 概念与表现形式的 FRASD 模型

一个概念可以由多个术语来表达, 一个术语也可能代表多个概念。主题规范数据的功能需求模型 FRASD 是 FRBR 框架中就作品 (Work) “关于” (Aboutness) 方面提出的主题与表达主题称谓之间的抽象概念模型^[3]。希玛 (Thema) 代表作品的主题, 诺门 (Nomen) 是希玛的称谓。一个希玛有一个或多个诺门, 一个诺门可能指一个以上的希玛, 其中包含的语义关系有希玛与希玛、希玛与诺门、诺门与诺门。FRASD 的重要意义在于将概念与概念的表达式区分开来, 明确抽象层面的语义关系。FRASD

可以作为知识组织系统构建的元模型,基于概念主题的语义结构是未来发展的主流。

本体工程是基于概念的语义组织方法,其符合FRASD模型的思想,表达本体的描述语言如OWL也遵循这个设计原则。对于传统分类主题词表而言,如叙词表的“用代属分参族”关系,“用代”是建立在诸门层面上的,“属分参族”描述的概念等级与相关关系则是建立在希玛层面上的。

因此将传统词表改造为机器与人可读可理解的语义表征,首先明确以概念主题为中心,词条按性质划分为希玛和诺门两类,原先表达概念的词条唯一对应一个希玛(概念),将原有词表结构包含的关系按照FRASD模型进行转化处理。以上是抽象层面的概念模型考虑,也是知识组织系统的理论根基。

2 词表资源标识符与URI定位符

词表资源一般分为概念资源和词汇(Lexical)资源,每个概念(希玛)作为一个资源而存在,需要唯一的标识符供定位和识别。诺门根据情况作为资源的属性或拥有独立URI的文字资源。

关联数据限制只能使用HTTP URIs来识别和定位资源,HTTP URIs比起URN,DOI等拥有更广泛的使用范围。词表资源的标识符存在于URI定位符之中,构造词表资源的URI需要两个步骤,首先选择概念的标识符,然后考虑加入标识符后的URI样式。

概念的标识符存在以下两种基本模式:①数字标识,采用词表自身原有的流水号或控制号作为资源的唯一标识符,如美国国会图书馆项目中采用LCCN,艺术与建筑叙词表采用主题ID号作为概念标识符等。《中国分类主题词表》可以将所有正式主题词的“规范记录号”作为概念资源的标识符。②词语标识,采用概念资源的首选术语作为唯一标识符,如Agrov采用概念名称作为标识符,如agrovoc#c_employment。

完整的URI表示举例如下:美国国会图书馆规范文档与词表服务的URI,http://id.loc.gov/authorities/{lccn}#concept。

除此之外更复杂的一种方式是在URI定位符中构造蕴涵意义的多段标识符组合。OCLC的DDC网络化研究中,M. Panzer等提出URI模板来构造唯一的URI^[4]。如http://dewey.info/{aspect}/{object}/{locale}/{type}/{version}/{resource},将主题分面分析原理运用其中,得到的是具有一定语义推理的URI定位符。

在设计词表资源的URI时需要注意:资源有且仅有一个对应的URI,不允许一个URI指向多个资源;URI设计

具备一致性、合理性、稳定性和可用引性(Dereferencable)。W3C提出的Cool URIs机制为词表资源URI提供设计参考^[5]。

Cool URIs的基本理念是保持URI的简单、稳定和易管理性。这一点对于词表资源来说尤为关键,词表资源的URI设定好后,应考虑其访问的长期稳定性。Cool URIs通过内容协商,根据用户(这里可以是人或机器)的各类请求类型,返回对应类型的展现形式。用户和机器代理(Agent)访问同一个URI时会得到不同响应,系统展示给用户的是该条目的HTML浏览页面(Web文档返回代码200),而机器代理Agent通过API调用的可能是RDF/XML文件。Cool URIs提供两种服务器端的技术实现策略供选择,303 URIs和Hash URIs。这两种方式各有优缺点,应视情况而定。

3 SKOS编码表征方案

RDFS和OWL是语义网发展下可用于知识组织系统编码表征的两种典型技术,它们满足于不同的语义复杂度要求,实现了机器可读以及不同推理程度的可理解。作为目前知识组织系统类型中语义关系最复杂的Ontology,由于其是由计算机科学发展出来的,从其诞生的那一天起就有为其配套设计的技术支撑,包括RDFS、早期的DAML+OIL和OWL等。对于其他类型的知识组织系统而言,特别是在计算机时代到来之前的纸本时代就已存在的分类表和叙词表等就缺乏一个非常合适的能够融入语义网环境的编码表征。

虽然RDFS和OWL在一定程度上都可用于知识组织系统的编码表征,但其设计初衷并没有考虑知识组织系统的结构特点,另外不同的设计思路也会带来今后共享与互操作的问题,在语义网环境下知识组织系统的共享性与语义互操作会变得越来越重要,因此需要开发一套适用于知识组织系统并具备灵活扩展能力的通用表征方案。

基于这一方面的考虑,W3C语义网活动小组提出了简单知识组织系统(Simple Knowledge Organization Systems,SKOS)^[6]。SKOS是知识组织系统(包括叙词表,通用分类表,标题表和专业分类表等)的一个通用数据模型,同时具备扩展能力。知识组织系统使用SKOS可以表征为机器可读数据,用于计算机应用之间的数据交换和以机器可读的格式实现网络发布。SKOS Reference于2009年8月18日正式成为W3C推荐标准。

SKOS Reference中明确指出,SKOS的作用在于架起图书馆学知识组织领域与语义网之间的桥梁,一方面通过SKOS将已有的知识组织模型转换到语义网技术环境下,提供对已有知识组织系统向语义网可读可理解迁移的低成

本、轻量级解决方案；另一方面，SKOS 将传统知识组织方法引入到语义网，对已有语义网技术特别是 RDFS，OWL 起到互补的作用。

SKOS 建模是以概念为中心的，每个 SKOS 概念都是一个资源（即关联数据中的非信息资源），每个概念拥有属性描述。采用 SKOS，概念使用 URI 作为标识符，每个概念可以使用一种或多种自然语言的文本字符串作为标签，分配标记（词汇代码，词表中称为类号），采用多种注释类型，与其他概念链接和组织成等级体系或联合网络，汇总成概念体系，组合为有标记的或有序的集合，与其他概念体系建立映射^[7]。SKOS 定义了概念作为资源、概念间的语义关系与映射关系以及词汇标签之间的扩展关系（SKOS-XL），区分了概念与表达该概念的标签（使用 SKOS 的概念类与词汇标签属性来区分），这种设计理念与 FRISAD 模型吻合。

SKOS 作为 RDF 的一个应用，为语义网众多 RDF 数据在底层的共享与关联上奠定了编码基础。SKOS 定义为 OWL Full，根据未来应用要求，SKOS 可以进化成为语义关系更加复杂和具备推理能力的 OWL 本体。另外，SKOS 基于通用数据模型之上提供开放的扩展机制为其满足不同类型 KOS 的结构特征提供有力支持，这样既满足底层数据共享与交换的共性要求，又满足各类 KOS 结构表达的个性要求。

知识组织系统应用 SKOS 进行编码时，对于已存在机器可读格式（如 MARC，MARCXML 等）或存储在关系型数据库中的情况，根据已有的实践经验^[8,9]，总结如下：

1) 建立已有格式各个字段与 SKOS 模型的映射表，明确概念、属性以及之间的语义关系，得出通用结构模型，同时评估 SKOS 模型对该词表的适应性如何。

2) 根据该词表的结构特征考虑是否需要引入 SKOS 扩展。

3) 编写转化程序，输出 SKOS 格式文件。对于 XML 等级结构存储的词表，编写 XSLT 样式表来实现 SKOS 格式输出；对于存储在关系型数据库的词表，在不改动原有存储结构的基础上，根据已定义好的 SKOS 模型，定义查询取出相应数据填充到 SKOS 中。这样做的一个好处是将稳定的原生数据存储与服务调用的交换数据相分离，支持未来多种数据格式的输出。

4) SKOS 数据的一致性检验。对于仍未数字化的纸本词表和创建新知识组织系统的情况，一条途径是采用 SKOSED 工具进行构建。SKOSED 是由 CO-ODE 项目组开发的一个 Protégé 4 插件，专门用于创建和编辑以 SKOS 表征的各类知识组织系统^[10]。由于 SKOSED 基于 Protégé 工具平台，能够充分利用 Protégé 平台上的各类扩展，扩展

性和灵活性较好，可作为新建各类知识组织系统的首选。

目前采用 SKOS 编码表征方案的相关项目包括词表 SKOS 化、Web Services、应用工具以及 API 等方面^[11]。知识组织系统借助语义网技术转化为机器可读可理解之后，随之而来的挑战就是如何共享和利用这些资源展开服务。

4 术语服务与关联数据

网络环境下词表功能与用途的研究在当前被冠以“术语服务”（Terminology Service）这个具体称谓，又称作词表网络服务（Vocabularies Web Services）。所谓术语服务是指对词表（受控与非受控两类）表征和应用，描述概念、术语与关系以便于语义互操作，用于搜索、浏览、发现、翻译、映射、语义推理、主题索引与分类、收割与提醒服务等^[12]。这些服务可以是 M2M（机器之间）或面向用户的交互式界面，应用于检索过程的所有阶段。JISC 报告对术语服务的定义较为笼统和抽象，OCLC 对术语服务从 4 个维度进行解构^[13]：支持元数据创建活动，为资源描述提供术语；支持资源发现过程中的查询最优化，例如查询扩展；支持术语管理和共享，创建和共享本地术语；支持术语的社会化交互，例如用户提供的各种术语，自由标注等。除此之外基于术语资源之上的智能语义关系挖掘也是术语服务的高级应用阶段。

术语服务系统不是一个孤立的 Web Service 系统，需要融入整个网络环境之中。语义网环境下关联数据的设计理念与术语服务的研究“不谋而合”，词表成为最早被关联起来的数据类型之一。关联数据将术语服务的研究实践带到了一个全新的高度，创造了更适合术语服务发展的语义网环境，其在当中起到词表资源与服务开放、共享、连接的通道作用。当前国外比较著名的术语服务与关联数据结合的项目有：美国国会图书馆规范与词汇服务、OCLC Dewey[®] Services、NSDL 元数据注册项目、英国高级叙词表项目 HILT、联合国 AGROVOC 概念服务器等（见表 1）。

融入语义网的术语服务系统可以借助相关的语义技术来丰富功能与服务方式，如借鉴本体构建工具及平台（如 Protégé，Ontolingua，OntoEdit 等）实现词表创建与维护；利用 RDF 浏览工具（如 Tabular，Zitgist，DISCO 等）以更加直观或可视化的方式访问术语资源；利用语义 Wiki 引擎（如 Semantic MediaWiki，AceWiki，IkeWiki 等）减低技术门槛，方便普通用户与领域专家共同参与以实现开放、协同式词表编制与管理模式；利用语义搜索引擎实现强语义化的知识检索与挖掘；利用多种开放应用程序接口（Open API）实现术语资源的 Mashup，RESTful 风格的服务调用等。

表1 术语服务与关联数据的结合项目举例

项目名称	机构	词汇	标识符	编码格式	调用/服务
美国国会图书馆规范与词汇服务(http://id.loc.gov)	美国国会图书馆	LCSH 342684 主题规范数据	http://id.loc.gov/authorities/lccn/#concept	SKOS N-Triples JSON XHTML + RDFa 1.0	批量下载 ZIP, HTTP 内容协商, cURL, wget 等; 概念搜索与浏览, 支持 open search
Dewey® Services (http://dewey.info/)	OCLC	22 版杜威十进制分类法, 包含 9 种语言, 目前开放到 3 级	http://dewey.info/object-collection/object/snapshot-collection/snapshot/about	SKOS XHTML + RDFa JSON	网络浏览 HTTP 内容协商 开放 API
NSDL 元数据注册 (http://metadataregistry.org/)	NSDL	收录 87 种词表	http://purl.org/dc/elements/1.1/contributor	HTML RDF	浏览、检索 Web Service
AGROV 概念服务器 (http://naist.cpe.ku.ac.th/agrovoc/)	联合国 FAO 粮农组织	农业相关概念术语, 20 种语言的 534000 术语	http://www.fao.org/aims/aos/agrovoc#c_abalones	OWL SKOS	Web Service 提供概念、术语、代码、语言、URI 和扩展检索等 6 种调用方式

5 词表资源关联化实例

以上介绍了词表关联化的基本概念与要素。接下来通过一个实例来简要演示如何将这些概念和要素融入以及应用到词表资源的关联化之中。在这个实例中不使用任何复杂的系统, 就使用 Apache Web 服务器作为实现资源关联化的平台。首先抽取 GCCST^[14] 中的一个条目 “Aerospace industry” 为例子, 将此条目 SKOS 化, 然后将 SKOS 化数据导入 Apache 中。并通过对 Apache 配置使得此条目关联化。条目 SKOS 化结果如下:

```
<rdf:Description rdf:about = "http://libnt2.lakeheadu.ca/cst/Aerospace industry" >
  <skos:prefLabel xml:lang = "en" > Aerospace industry </skos:prefLabel >
  <skos:prefLabel xml:lang = "fr" > Industrie de l'aérospatiale </skos:prefLabel >
  <skos:altLabel xml:lang = "en" > Avionics </skos:altLabel >
  <skos:altLabel xml:lang = "en" > Space industry </skos:altLabel >
  <skos:scopeNote > Economic activity dedicated to the design and manufacturing of aircraft, spacecraft and missiles. </skos:scopeNote >
  <skos:related rdf:resource = "http://libnt2.lakeheadu.ca/cst/Space exploration" / >
  <skos:broader rdf:resource = "http://libnt2.lakeheadu.ca/cst/Manufacturing industry" / >
  <skos:narrower rdf:resource = "http://libnt2.lakeheadu.ca/cst/Aviation industry" / >
  <skos:inScheme rdf:resource = "http://libnt2.lakeheadu.ca/cst/" / >
  <skos:hasTopConcept > EC Economics and Industry </skos:hasTopConcept >
```

```
</rdf:Description >
```

在此需要说明的是笔者使用了 <http://libnt2.lakeheadu.ca/cst> 作为 GCCST 的 URI, 这个 URI 是用来演示而不是 GCCST 的实际 URI。对于每一个词条 URI, 采用了上文中第二种及概念资源的首选术语为 URI 的一部分。“Aerospace industry” 对应的 URI 是 [Http://libnt2.lakeheadu.ca/cst/Aerospace industry](http://libnt2.lakeheadu.ca/cst/Aerospace industry)。采用 `<rdf:Description >` 而非 `<skos:Concept >` 来表达概念是为了 RDF 工具解析的方便, 两者作用实质是一样的。

事实上, 笔者为 Aerospace Industry 在 Apache 中建立了两个文件, 一个为 <http://libnt2.lakeheadu.ca/cstdata/data/Aerospace%20industry.rdf>, 而另外一个为 <http://libnt2.lakeheadu.ca/cstdata/page/Aerospace%20industry.html>。通过对 Apache 内容协商配置, 当用户严格地说是 Html 类的请求, 服务器将返回相应的 Html 格式的网页。如果是 Rdf/XML 类的请求, 服务器就返回相应的 Rdf 文件。

6 对国内的启示

国内知识组织系统的研究在理论方法上紧跟国际发展趋势, 但实际应用相对落后。方法研究与实验方面, 在基于传统词表构建领域本体 (如 *OntoThesaurus*^[15])、叙词表网络化、设计词表网络服务系统 (如中国科技信息研究所提出的汉语科技词系统^[16])、词表映射与互操作问题等方面取得了一些阶段性成果。

我国在 20 世纪后半期词表事业发展迅速, 编制出大量综合性与专业性词表, 积累了丰富的词表资源, 据统计已有各类词表 130 多部^[17]。由于缺乏资源和人力的持续投入, 现有词表已不能满足当前信息环境对组织与检索的要求, 整体利用率不高。许多词表作为项目成果已被束之高阁。

根据国外实践经验, 目前词表发展主要经历了以下几个过程: 印刷版、电子版 (单机)、网络版、术语服务

版。网络版是在电子版的基础上,为满足互联网访问需要,最初以网页浏览与检索的形式实现远程访问,如DDC和LCSH有网络版出售。术语服务版是当前与未来的发展趋势,以词表为资源基础,面向知识发现与利用的知识组织服务系统。

国内除了《中国图书馆分类法》、《中国分类主题词表》等少数几部词表经历了印刷版到电子版(单机)再到网络版的发展足迹,其他多数词表还停留在印本阶段。鉴于此,为充分利用已有词表资源和维护词表的可持续发展,对已有的印本词表建议采用FRSAD概念建模、资源标识符设计和SKOS编码表征等流程实现词表本身的数字化,在此基础上开发面向服务的网络术语服务系统。对于已具备电子版的词表(如CLC与CCT),需要进一步研究已有存储格式(如MARC)与SKOS的映射关系,这一方面已经存在一些探索,如针对《中国图书馆分类法》SKOS化^[18],等等。最终词表不再是孤立存在的,而是集成到术语服务系统当中。一个术语服务系统中可能会不断集成更多的词表来丰富术语资源,继而提供更加全面而丰富的概念主题与语义关系。

我国国家图书馆研制的《中国分类主题词表》Web测试版已经发布^[19],其具备实时更新、分类主题一体化浏览与检索、用户评论以及与OPAC整合等功能,代表了目前我国词表发展的最高水平。通过授权的方式可获取MARCXML格式的部分词表数据,用于本体构建,专业词库建设等其他扩展应用。对于《中国图书馆分类法》网络版的发展,借鉴国外术语服务项目的经验之外,能够结合关联数据的设计方法,提供更加开放的数据调用格式(如SKOS,JSON等)和接口的话,更容易融入到整个语义网资源中去,那么词表资源的价值更容易得到发挥和利用。

关联数据方法与语义网为词表发展带来了技术支持与发展环境,基于词表的术语服务系统将会是未来知识组织领域研究的一个重要发展方向。面对国内词表存在现状,通过词表数字化、网络化、关联化之后形成的术语资源是有效开展术语服务的基础,根据术语服务与语义网环境的要求,立足词表的技术改造是当前研究的一个重点。□

参考文献

- [1] How to Publish Linked Data on the Web [EB/OL]. [2009-08-17]. <http://www4.wiwiw.fu-berlin.de/bizer/pub/LinkedDataTutorial/>.
- [2] Library of Congress Authorities and Vocabularies Service [EB/OL]. [2009-09-08]. <http://id.loc.gov/>.
- [3] 曾蕾,玛雅·祖玛,等.《主题规范数据的功能需求(FRSAD)》介绍及其与SKOS等模型之间的映射[EB/OL]. [2009-09-10]. <http://www.ifla.org/files/hq/papers/ifla75/200-zeng-zh.pdf>.
- [4] PANZER M. Taxonomies as Resources: Identification, Location and Access of a "Webified" Dewey [EB/OL]. [2009-09-10]. <http://files.d-nb.de/pdf/panzer.pdf>.
- [5] Cool URIs for the Semantic Web [EB/OL]. [2009-08-17]. <http://www.w3.org/TR/cooluris/>.
- [6] SKOS Simple Knowledge Organization System [EB/OL]. [2009-09-10]. <http://www.w3.org/2004/02/skos/>.
- [7] SKOS Simple Knowledge Organization System Reference [EB/OL]. [2009-09-10]. <http://www.w3.org/TR/skos-reference>.
- [8] SUMMERS E, et al. LCSH, SKOS and Linked Data [EB/OL]. <http://dcpapers.dublincore.org/ojs/pubs/article/ViewArticle/916>.
- [9] HARPER C A. Linked Library Data and the Semantic Web [EB/OL]. [2009-08-17]. <http://www.kb.se/dokument/Bibliotek/utbildning/presentationer/20080917Harpey-rev.pdf>.
- [10] SKOSEd - Thesaurus editor for the Semantic Web [EB/OL]. [2009-08-17]. <http://code.google.com/p/skoseditor/>.
- [11] SKOS Implementation Report [EB/OL]. [2009-09-10]. <http://www.w3.org/2006/07/SWD/SKOS/reference/20090315/implementation.html>.
- [12] TUDHOPE D, KOCH T, HEERY R. Terminology Services and Technology: JISC State of the Art Review [EB/OL]. [2009-09-10]. http://www.jisc.ac.uk/Terminology_Services_and_Technology_Review_Sep_06.
- [13] Terminologies Services Strawman [EB/OL]. [2009-09-10]. <http://www.oclc.org/programs/events/2007-09-12a.pdf>.
- [14] Government of Canada Core Subject Thesaurus [EB/OL]. [2009-10-23]. http://www.thesaurus.gc.ca/EAEAD1E6-7DD2-4997-BE7F-40BFB1CBE8A2/Thesaurus_2008_e.pdf.
- [15] 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.
- [16] 史新,乔晓东,张志平,等.汉语科技词系统的Web服务研究与实现[J].现代图书情报技术,2008(12):37-42.
- [17] 高文飞,赵新力.我国主题词表的发展研究[J].图书情报工作,2008(9):66-69.
- [18] 喻菲.《中国分类主题词表》网络化研究:从MARC到SKOS[C].全国第五次情报检索语言发展方向研讨会论文集,上海,2009.
- [19] 《中国分类主题词表》Web版[EB/OL]. [2009-06-12]. <http://cct.nlc.gov.cn>.

作者简介:范炜,男,博士生。

邹庆,男,博士生。

收稿日期:2010-01-13