

数据密集型科学交流研究与发展趋势^{*}

黄鑫, 邓仲华

(武汉大学信息管理学院, 武汉 430072)

摘要: 数据密集型科学研究范式已经来临, 科学交流的内容和模式也在发生变化, 研究数据密集型科研环境下的科学交流发展可以充分了解科研工作者在科研活动中的新需求, 在推动科研创新、加速科研成果传播方面具有重要意义。在归纳总结传统纸质科学交流、网络科学交流和开放存取科学交流的基础上, 结合数据密集型科研范式的特性, 提出几点数据密集型科学交流的发展趋势。

关键词: 科学交流; 科学交流发展; 科学数据; 数据密集型科研

中图分类号: G250

DOI: 10.3772/j.issn.1673-2286.2016.5.002

1 引言

科学交流渗透于科研成果的产生、认证、传播和保存的整个过程。科学交流随着科学的发展而发展, 最早的科学交流活动以纸质文献为核心, 在Web 2.0出现之后, 科学交流不再局限于图书、期刊、报纸、会议文献、学位论文等形式, 新的元素如数据库、电子期刊、电子图书和电子报纸等可靠信息源也在发挥着重要作用。随后, 开放存取理念的提出再次推动科学交流的发展。在开放存取环境下, 科学论文出版时间缩短, 论文引用速度和引用率提高, 科学交流的效率大大增加。近年来, 随着数据采集设备逐渐普及, 成本逐年降低, 科学原始数据呈现爆发式增长, 科研活动围绕科学数据进行, 科学的研究范式在经历第一范式实验科学、第二范式理论科学和以第三范式模拟科学之后进入了以科学数据为核心的数据密集型科学研究范式时代^[1]。在数据密集型科研理念的影响下, 科学数据在科学交流体系中具有不可替代的重要作用, 科学交流迎来了新的发展机遇。

2 科学交流的内涵变迁与数据密集型科研范式的兴起

2.1 科学交流的内涵变迁

米哈依洛夫最早将科学交流定义为“人类社会

提供、传递和获取科学情报的过程是科学赖以存在和发展的基本机制, 这些过程被统称为科学交流”^[2]。英国诺贝尔奖获得者Francis Crick指出“科学的精要是交流”。Garvey认为科学交流即是科研活动中发生的信息交互活动^[3]。近年来, 美国的大学与研究图书馆协会将科学交流定义为“一个通过其进行科学成果的创作、评价、传播以及保存以促进学术发展和共享的系统”^[4]。Rowland将科学交流的功能概括为信息传播 (dissemination of information), 是科学交流的基本功能; 质量控制 (quality control), 包括同行评审和筛选; 规范化存档 (the canonical archive), 建立规范化标准, 保存科学成果; 认定 (recognition of authors), 对作者的科学贡献进行认定并授予荣誉^[5]。而后Roosendaal指出科学交流系统必须执行五个功能: 注册 (registration), 用于确定科学发现和学术成果的优先权, 这些成果通常体现在科研工作者创作的科学出版物中; 认证 (certification), 利用质量评价体系和相关科学标准对已注册的科学发现和科研成果进行检验以确定其质量和价值; 通告 (awareness), 向科学系统中的科研工作者通告最新的声明和发现, 确保科研工作者可以及时获取最新的研究成果; 存档 (archiving), 长期保存科学记录供未来使用, 图书馆在科学记录存档中扮演了非常重要的角色; 奖励 (rewards), 根据发表刊物级别的不同以及被引用情况来对科研工作者进

^{*} 本研究得到国家自然科学基金项目“大数据环境下面向科学研究第四范式的信息资源云研究”(项目编号: 71373191)和国家自然科学基金项目“云计算环境下图书馆的信息服务等级协议研究”(项目编号: 71173163)资助。

行奖励^[6]。

2.2 数据密集型科研范式的兴起

数据密集型科学研究第四范式的概念是由Gray于2007年在NRC-CSTB计算机科学与电信委员会会议上的演讲中提出的,他将科学范式分为第一范式实验科学、第二范式理论科学、第三范式实验科学以及第四范式数据密集型科学^[1]。实验科学范式发生在几千年前,科学研究以实验和描述自然现象为主,未有理论归纳,例如爱迪生发明钨丝灯泡,富兰克林发明避雷针等。理论科学出现于19世纪前,相对于实验科学,理论科学强调对现象的理论总结和概括,开始使用数学模型来归纳自然现象,并产生了理论研究分支,例如物理学的引力论、能量守恒定律,数学的概率论、微积分,经济学的宏观经济理论和微观经济理论。计算科学出现于20世纪中期,随着计算机的发明,科学从理论推理转向计算模拟,计算科学是通过计算机分析和模拟来解决科学问题的科学范式,例如地震、海啸等自然灾害的预测、网络社交模型、人工智能等。数据密集型科学范式是以科学数据为核心的科研范式,数据不仅是科研的结果,同时是科研的对象和工具,基于科学数据来探索、设计和实施科学研究是数据密集型科研的内容,数据来源包括实验室采集数据、个人观察数据、互联网数据等,相对于实验科学范式、理论科学范式和计算科学范式,数据密集型科研范式不再要求绝对正确的初始数据,也不再依赖严密的演算推理过程,大型数据采集设备、云计算和云存储中心带来的强大数据采集、计算和存储能力可以有效地支持数据密集型知识发现。

3 科学交流的发展历程和现状

自科学诞生以来,科学交流的研究从未中断,现代科学交流的研究始于20世纪中后期。1970年Garvey和Griffith通过对心理学领域科学交流的观察,最早提出Garvey-Griffith科学交流模型^[3],初步探索了科学交流的通用过程。1971年联合国教科文组织(UNESCO)和国际科学联盟(ISCU)发布联合国科技情报系统(United Nations Information System in Science and Technology, UNISIST),描述了信息通过多种方式从生产者到使用者的过程^[7]。2005年,Björk教授发布科

学交流的生命周期模型(Scholarly Communication Life-cycle model, SCLC),从赞助研发、开始研究、交流成果和知识应用四个环节来描述科学交流的整个过程^[8]。近年来,开放存取(Open Access, OA)和机构知识库成为研究热点,黄如花和李金林等从不同的角度对开放存取环境下科学交流的发展变革进行了研究^[9-10]。

3.1 网络与数字化时代的科学交流发展历程

3.1.1 Garvey-Griffith科学交流模型

Garvey-Griffith模型描述了从研究开始、研究完成、举办学术讨论会、稿件提交和预印本发布、审核之后的期刊出版、创建索引以及年度评审等一系列科学研究活动。该模型最早强调了科学非正式交流过程在科学交流系统中的重要作用。

Garvey-Griffith模型对科学交流的基础过程进行了较为全面的概括,但由于其并非诞生于计算机和网络普及的时代,模型里没有涉及网络环境下的科学交流元素。Hurd研究了网络环境下的科学交流过程,对Garvey-Griffith模型进行了多次修正。他于1996年引入电子会议、电子预印本、科学服务器、数据库和电子出版等元素,以原模型为框架构建了网络时代的Garvey-Griffith模型。2004年,他再次以“大科学”时代为基础,引入开放获取、网络自出版、跨库链接和机构知识库等新元素,并定义了数字环境中的科研工作者、图书馆、图书馆员、出版商等角色在科学交流过程中的具体工作内容,提出数字时代的Garvey-Griffith科学交流模型^[11]。Hurd修正后的Garvey-Griffith模型对科学交流活动中信息流动过程以及交流路径的改变进行了准确概括,及时反映了科学交流系统变革,促进了电子预印本、开放式存取、机构知识库等科学交流新模式的发展,定义了数字环境下各角色在科学交流系统中应发挥的作用。但相比于其他科学交流模型,该模型过多地强调学术产品链,而较少描述科学信息在建立索引和保存后是如何向科学信息消费者传播的。

3.1.2 UNISIST科学交流模型

相对于更为强调学术产品链的Garvey-Griffith模型,UNISIST详细描述了科学交流中不同角色之间的相互关系,以及各种类型的科学信息是如何通多种路

径从信息生产者传播至信息消费者的。UNISIST模型将科学交流过程分为三种：非正式交流过程、正式交流过程和表单过程。其中，非正式交流过程包括交谈、手稿、通信等交流方式。而正式交流过程有两种：正式出版文献和未出版的文献。正式出版的文献包括图书、期刊、学位论文、专利等，它们由信息生产者创作，然后通过出版商出版，接着再通过文摘和索引服务、图书馆和信息中心等传播至信息消费者。表单过程是指表格数据交流，所交流的数据是以表格形式呈现的资料。之后，北欧科学家 Søndergaard 于 2003 年提出 UNISIST 模型的三种改良模型：基于互联网的 UNISIST 科学交流模型、反映数字交流和传统交流并适用于一切学科领域的 UNISIST 通用科学交流模型和反映学科差异并针对某一学科的 UNISIST 学科交流模型^[12]，对 UNISIST 模型原型进行补充，较好地解决了 UNISIST 模型没有涉及基于网络的数字化时代交流方式，也没有考虑学科间的差异问题。

3.1.3 科学交流的生命周期模型

科学交流的生命周期模型是 2000—2006 年欧盟资助的科学信息交流自组织机构库 SciX 和芬兰科学院资助的开放科学交流 OACS 两个项目的共同研究成果，2005 年发展至第 3 版本^[13]。2007 年，Björk 再次对模型进行升级^[14]。SCLC 模型是基于图形化建模语言 IDEF0 建立的，通过使用 IDEF0 建模语言，SCLC 模型详细地阐释了科学交流中的科学研究过程、交流过程和成果应用活动，目的是为政策制定者提供一个详细的路线图，涵盖从开始研究到应用研究成果再到改善日常生活的整个科学交流价值链。SCLC 模型包括科学正式交流过程、非正式交流过程以及原始数据的出版，重点关注以正式出版物为主的科学正式交流过程，例如同行评议期刊的出版索引过程、用户获取文献的活动、开放获取期刊和电子预印本文库等网络数字时代新的交流方式。相较于 Garvey-Griffith 模型和 UNISIST 模型，SCLC 模型同样加入了数字时代的科学交流元素，不同的是它将科学交流过程结构化和层次化，并从经济和利益的角度对科学交流过程中的各个活动、输入、输出、控制和机制进行评估和分析。

3.2 基于开放存取的科学交流发展现状

开放存取是一种学术信息免费共享的理念与出版

机制，是学术交流机制演进的结果。随着科学研究进入网络和数字时代，传统的学术交流系统已经完全不能满足数字科研环境下的科学交流需求，为促进科学交流的发展、提高科学研究的效率、提升科研成果的有效利用、满足学术、出版等各界人士对科研成果自由获取与交流的迫切需求，20 世纪 90 年代末，学术界、出版界和图书情报界发起了开放存取运动，《布达佩斯开放存取声明》(BOAI) 将开放存取解释为“允许用户不受经济、法律和技术的限制免费获取公共网络上的论文以进行阅读、下载、复制、打印和搜索等”^[15]，开放存取作为一种新的学术交流理念正在被越来越多的国内外学术机构、图书馆和科研人员所接受。

黄如花等针对传统科学交流体系中出版模式的弊端，结合数字时代开放存取出版技术对科学信息交流过程中各个环节的影响，认为在开放存取环境下，科学交流系统更具开放性、科学交流过程更具效率、科学交流交互性更强、科学交流信息资源更为丰富^[9]。李金林等从系统意义、运行模式、论文时效性、论文严谨度、论文影响力、论文版权和用户认可度等方面将开放存取科学交流系统和传统科学交流系统相对比，认为开放存取科学交流系统在加速科研进程、扩大科学影响、提高科研效率、缩短出版时间、提高论文引用速度和引用率、提高科学交流效率等方面具有优势^[10]。马景娣对 ISI 引文数据库所收录的开放存取期刊进行了研究，通过对 ISI 收录的 239 种 OA 期刊的影响因子和即时指数进行比较，得出 OA 期刊相对于传统印刷期刊论文引用速度更快的结论^[16]。Antelman 通过对哲学、政治学、电气工程和数学四类学科领域中开放存取论文引用率的调查发现，开放获取的论文具有更大的研究影响力^[17]。张晓蒙认为，开放存取环境下的图书馆资金压力更为减缓、馆藏资源更为丰富、服务方式更为多元，图书馆收集、保存和整理已经发布开放存取资源，或者在图书馆资源主页上提供开放存取数据库的链接，从而获得那些无需付费的科学文献，扩充图书馆的数字馆藏，这既节约了科学文献的购置费用又为丰富图书馆馆藏资源作出重要贡献^[18]。孙希波认为，开放存取对科研机构的影响主要体现在更高学术影响力和更密切的机构间交流两个方面^[19]。开放环境下的科研机构通过建立机构知识库、创办 OA 期刊，提供机构学术成果的开放获取，在提高作者学术影响力的同时，也将提升科研机构的知名度，同时，在开放存取环境下，科学资源通过网络逐渐集中起来，形成更为开放的学术交流平台，高校

和科研机构的研究人员能够便捷地获取领域内最新的研究成果,各高校和科研机构之间的学术交流活动将更加密切。

在科学数据的开放存取方面,欧洲科学数据开放获取基础设施国际协作项目iCordi,主张科学数据和科学文献的开放获取同等重要,它尝试建设一个全球协作的科学数据开放获取基础设施,实现全球科学数据的相互关联、获取和协作,构建起一个大型而独立的开放科学数据生态系统^[20]。在开放科学数据政策方面,美国国家科学基金会(NSF)、美国航空航天局(NASA)、英国研究理事会(RCUK)、英国数据监护中心(DCC)等,要求被资助的科研项目必须提交科学数据的管理计划,包括元数据、数据范围和类型、数据存储和共享方式等。数据引用是衡量科学数据价值的重要指标之一,根据数据被引的频率和效率,可以有效对科学数据实现评价功能。DataCite提出科学数据的引用规范,包括数据唯一标识符DOI、数据名称、数据作者和发布时间等元数据^[21]。

4 数据密集型科学交流发展趋势

虽然科学数据一直以来都被认为是科学研究活动中的重要要素,但科学数据大多被用于生成期刊论文,当前环境下的科学交流仍然以科学期刊等文献为交流的核心,随着科学进入数据密集科研范式时代,科研活动的设计和实施将围绕科学数据进行,数据的采集、过滤、计算、存储和共享成为科学研究的主题。科学数据的溯源、基于语义关联的科学数据获取以及机器可操作的跨学科科学交流将是数据密集型科学交流的发展趋势,如图1所示。



图1 数据密集型科学交流发展趋势

4.1 科学数据的溯源

在传统的科学交流体系中,学术引文图被用于说明新知识对原有知识的使用情况,揭示科学研究的动态变化,发现科学关联,对学科发展趋势进行预测。但是,学术引文图的覆盖范围经常只包括学科内的各类

期刊,少有学科外的知识引用,覆盖类型也以期刊论文为主,少有科学数据的引用。而且,科研成果在整个科学体系中的演变过程没有明确的、可记录、可视化的跟踪,也不涉及演变性质等信息。如何向科研工作者更清晰地展示学术成果的动态变化、关系和交互过程,数据溯源信息共享机制提供了解决方案。科学数据的溯源信息包含科研数据的试验产生过程、原始数据源信息和演变过程^[1]。科研数据溯源信息对于科研活动意义重大,一方面,科研工作者通过浏览科学数据溯源信息可以学习和了解科学数据的产生过程;另一方面,为了进行重复的科学实验和推理以保证科学数据准确性,溯源信息的缺失会影响科学数据的复用,降低数据可信度和价值。在数据密集型科研环境下,元数据技术、可视化技术和语义技术可被用来处理和保存科研数据溯源信息以支持科研活动创新、知识发现及作者影响力评价。

4.2 基于语义关联的科学数据获取

科研文献和数据在经历出版发布和建立索引之后,是否被快速多次的检索复用对于提升科学交流效率意义重大。在数据密集型科研环境下,科研成果的论证需要相关科学数据的支持,期刊在刊载学术论文的同时,也需要同时刊出文献、相关数据和实验细节。通过语义标记、元数据和数据关联等技术对支持论文的科学数据和科学数据相关的论文进行集成,可以方便科研人员及时获取所需的科学数据,也可以在研究科学数据时链接至相关学术论文,从而提高科学交流效率。例如,美国国立生物技术信息中心(NCBI)建立的生命科学数据检索系统Entrez^[22],它将核酸、蛋白序列、基因组、三维结构等不同类型的数据库和科研文献关联起来,用户在阅读文献和查询数据时可以使用“Related Articles”按钮链接至其他相关文献,还能点击“Related sequence”查询同源的其他蛋白质序列,并且利用可视化软件将分子三维结构图形直接显示出来。欧洲分子生物学实验室开发了Reflect插件^[23],可以对网页内容中的基因、分子、蛋白质的名字进行识别,并可通过用户点击来链接至相关数据库。

4.3 机器可操作的跨学科科学交流

当前的学科之间呈交融性发展趋势,科研工作者

需要跨学科地获取和处理文献,链接不同领域的知识点来发现新的知识,但随着科研文献数量不断积累,科学数据指数型增长,科学家难以全部阅读与其科研领域相关的文献和数据,需要利用机器来对科学信息资源进行筛选,这一需求在生命科学、遗传学、分子生物学、生物化学、和医药化学等领域更为凸显。Ruttenberg认为,缺乏统一结构化的数据已经成为阻碍生物和医学领域将基础性研究成果转化为临床领域应用的主要因素^[24]。Shotton等认为更高级的文本分析技术正在应用到从文献中抽取实体和实体间的关系,共享的知识本体可以被用来实现统一知识表达,这一方式可以对原来只能由人去阅读的文献所包含信息进行分析以发现新的知识^[25]。国际概念网络联盟提出要建立一个全球性的跨学科平台,讨论、设计并实现大规模、分布式复杂数据的互操作性和可用性的解决方案,该联盟的成立代表了科学界对面向机器操作的内容处理技术的关注和重视。通过对跨学科复杂知识的机器处理,可以帮助科学家对复杂知识体系进行推理以促进知识发现,避免重复研究、发现解决科学问题的新途径。Ginsparg认为科学交流体系正在数据密集型科研的影响下迅速转变,科学研究不再以小型科研团队为主体,跨多个学科领域的科研群体将会引领科研变革,成为科学研究的核心力量^[26]。

5 结语

数据密集型科研范式仍处于初始阶段,但其对科学交流的发展产生了深远的影响。本文在总结科学交流的发展历程与现状的基础上,从科学数据溯源、基于语义关联的科学数据获取和机器可操作的跨学科科学交流三个方面探讨了数据密集型科学研究第四范式环境下的科学交流发展趋势。数据密集型科研范式会推动科学交流的发展,但也带来了很多挑战,数据的安全、互操作性以及数据政策和协议等都是亟待解决的难题。

参考文献

- [1] HEY T, TANSLEY S, TOLLE K. The fourth paradigm: data-intensive scientific discovery [M]. Washington:Microsoft research, Redmond, 2009: 1-13.
- [2] 米哈依洛夫.科学交流与情报学[M].徐新民,译.北京:科学技术文献出版社, 1980: 47-67.
- [3] GARVEY W D. Communication: the essence of science [M]. New York: Pergamon Press, 1979: 1-340.
- [4] ACRL.Integrating scholarly communication into your library [EB/OL].(2015-10-01) [2015-12-20]. <http://acrl.ala.org/scholcomm/>.
- [5] ROWLAND F. Print journals: fit for the future?[J/OL]. Ariadne,1997(1) [2015-08-20].<http://www.ariadne.ac.uk/issue7/fytton/>.
- [6] ROOSENDAAL H E, PETER A, GEURTS T M. Forces and functions in scientific communication:an analysis of their interplay [EB/OL]. [2015-06-30]. http://doc.utwente.nl/60395/1/Roo_sendaal97forces.pdf.
- [7] HOUGHTON J W, RASMUSSEN B, SHEEHAN P J, et al. Economic implications of alternative scholarly publishing models: exploring the costs and benefits [EB/OL]. [2014-09-15]. <http://www.jisc.ac.uk/media/documents/publications/rpconomicoapublishing.pdf>.
- [8] BJÖRK B C. A model of scientific communication as a global distributed information system [J]. Information Research, 2007, 12(2): 1-48.
- [9] 黄如花,冯晴.论开放存取出版对科学信息交流和利用的影响[J].出版科学,2008(3):75-78.
- [10] 李金林,张秋菊,冉伦.开放存取对学术交流系统的影响分析[J].图书馆论坛,2013(3): 13-17.
- [11] HURD J M. Scientific communication: new roles and new players [J]. Science & Technology Libraries, 2004(25): 5-22.
- [12] SØNDERGAARD T F, ANDRESEN J, HJØRLAND. Documents and the communication of scientific and Scholarly information: revising and updating the UNISIST model [J]. Journal of Documentation, 2003, 59(3): 278-320.
- [13] BJÖRK B C. A life model of the scientific communication process [J]. Learned Publishing, 2005(3): 165-176.
- [14] HOUGHTON J W, RASMUSSEN B, SHEEHAN P J, et al. Economic implications of alternative scholarly publishing models: exploring the costs and benefits [EB/OL]. [2014-09-15]. <http://www.jisc.ac.uk/media/documents/publications/rpconomicoapublishing.pdf>.
- [15] Budapest Open Access Initiative [EB/OL]. [2015-05-06]. <http://www.soros.org/openaccess/read.shtml>.
- [16] 马景娣. ISI引文数据库收录的开放存取期刊[J]. 中国科技期刊研究, 2005, 16(5): 623-627.
- [17] ANTELMAN K. Do open-access articles have a greater research impact? [EB/OL]. [2014-08-09]. <http://www.socolar.com/man/NewsUpload/200726948375274.pdf>.
- [18] 张晓蒙,方卿.论开放存取对学术交流的影响(二)——基于图书情报机构视角的分析[J].信息资源管理学报, 2011(3):57-61.
- [19] 孙希波.开放存取对学术交流系统的影响[J].现代情报,2009(10):29-30.

- [20] iCORDI [EB/OL].[2016-05-04]. <http://www.icordi.eu/>.
- [21] DataCite [EB/OL].[2016-05-04]. <https://www.datacite.org/>.
- [22] NCBI [EB/OL].[2016-05-04]. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>.
- [23] Reflect [EB/OL].[2016-05-04].<http://reflect.ws>.
- [24] RUTTENBERG A, CLARK T, BUG W,et al. Advancing translational research with the semantic web [J]. BMC Bioinf, 2007(8): 1-28.
- [25] SHOTTON D, PORTWIN K, KLYNE G, et al. Adventures in semantic publishing: exemplar semantic enhancements of a research article [J]. PLoS Computational Biology, 2009(5): 1- 17.
- [26] GINSPARG P. Next generation implications of open access [J/OL]. CTWatch Quarterly, 2007(3).<http://www.ctwatch.org/quarterly/articles/2007/08/next-generation-implications-of- open-access/>.

作者简介

黄鑫, 男, 1990年生, 武汉大学博士研究生, 研究方向: 数据密集型科研范式、科学数据管理、科学交流, E-mail: hx340322@163.com。
邓仲华, 男, 1957年生, 教授, 博士生导师, 研究方向: 知识组织与信息系统。

Research on Scholarly Communication Development in the Environment of Data-intensive Paradigm for Science

HUANG Xin, DENG ZhongHua

(School of Information Management, Wuhan University, Wuhan 430072,China)

Abstract: With the approaching of the data-intensive paradigm for science, the content and mode of scholarly communication is changing. Research on Scholarly Communication Development in the Environment of Data-intensive Paradigm for Science is important to understand the needs of scientists, promote scientific innovation and accelerate the dissemination of scientific payoffs. This paper firstly summarizes the history of scholarly communication based on paper, network and Open Access environment, and then discusses the future of scholarly communication based on the features of the data-intensive paradigm for science.

Keywords: Scholarly Communication; Scholarly Communication Development; Scientific Data; Data-intensive Paradigm for Science

(收稿日期: 2016-05-04)

■ 书 讯 ■

《网络环境下叙词表编制与发展》

叙词表作为一种有效的知识组织工具,在网络环境下继续发挥着重要作用。中国科学技术信息研究所常春研究馆员及其项目研究团队,依托国家社科基金项目“网络环境下叙词表的编制模式与应用方式研究”(10BTQ048),对这一课题开展研究,并于完成《网络环境下叙词表编制与发展》一书。

该著作主要论述网络环境下叙词表的编制、维护与应用的理论和方法。编制方法包括网络环境下总体策略、总体形态、选词方法、词间关系建立方法、编制管理机制、维护方式方法等;应用研究包括网络环境下相关技术的突破给叙词表带来的各类新的应用方式,从术语服务、多语种翻译、概念组配、知识单元、概念映射、国外应用等多个方面,阐述了网络环境下叙词表的发展方向。最后按年代顺序介绍了国内历年编制的、可查阅的重要中文叙词表,理、工、农、医四大领域20多个可从网络上在线获取的英文叙词表。该书可供图书馆学、情报学专业相关专业人员参考使用。

《网络环境下叙词表编制与发展》于2015年4月由科学技术文献出版社出版,定价38.00元。