

生命周期视角下的科学数据监管工具研究及启示

张春芳 卫军朝 (上海大学图书情报档案系 上海 200444)

摘要 文章阐述了科学数据监管的内涵,并以科研活动过程为依据,划分科学数据生命周期。然后从生命周期不同阶段的角度,调研分析国外科学数据监管工具,据此提出关于我国图书馆开展科学数据监管的一些建议。

关键词 科学数据 生命周期 数据监管

Study and Enlightenment of Scientific Data Regulatory Tools under Life Cycle Perspective

Zhang Chunfang Wei Junchao

(Department of Library, Informatics and Archives, Shanghai University, Shanghai, 200444)

Abstract This paper expounds the connotation of scientific data management, according to scientific research activities, dividing the scientific data life cycle. Then from the perspective of different stages of the life cycle, investing and analyzing tools of the foreign data curation, and putting forward some suggestions on the scientific data curation of our library accordingly.

Keywords scientific data, life cycle, data curation

1 引言

在这个信息高速发展的时代,计算机和网络技术在科学研究中的地位越来越重要,网络环境改变了科研人员相互交流的方式,科研信息化(e-science)已成为科研人员的主要科研环境^[1]。在这个科研信息化的环境中,随着大量科学数据的产生,带来的问题不仅仅是缺乏关于收集、存储、管理以及共享科学数据的工具和软件,而且对科研人员的数据监管能力也提出了相应的挑战,如何高效监管和利用这些科学数据成为当前的研究热点。文章阐述了科学数据监管的内涵以及科学数据生命周期划分的大致阶段,重点调研了基于此阶段的科学数据监管工具,旨在引发和推动国内图书馆界尽快开展相应的研究和实践,国内图书馆必须抓住契机,选择运用合适的科学数据监管工具,充分发挥图书馆在科学数据服务方面的优势,进一步

提升服务能力。

2 科学数据监管的内涵

科学数据监管的实质是对科学活动过程中产生的科学数据进行管理,实现数据的收集、管理、存储以及再利用等,最大限度地发挥科学数据的价值。目前关于科学数据监管的内涵,国内外都有很多说法。崔宇红指出,科学领域中的数据管理是对馆藏和数据库中的科学数据进行选择、验证、注释、组织、存储和长期保存的一系列活动和方法^[2]。而英国联合信息系统委员会(Joint Information Systems Committee, JISC)的界定是:“为确保数据当前使用之目的,并能用于未来再发现及再利用,从数据产生伊始即对其进行管理和完善的活动”^[3]。本文暂且选取英国联合信息系统委员会的定义,认为数据监管对科学数据的管理是从数据产生就开始对其开展数据监管工作,并且数据监管工

本文系上海市哲学社会科学项目“面向知识服务的科学数据与科学文献关联及应用研究”(编号:2014ETQ002)的研究成果。

作贯穿科学数据的整个生命周期过程中。

3 科学数据的生命周期

随着科学数据监管的发展,基于生命周期的科学数据监管也开始进入研究人员的视野,JimGray指出数据密集型科学研究的完整生命周期包括数据获取、管理、分析和可视化四个过程^[3]。针对科学数据监管的生命周期,国外学者有不同的看法。英国数据监护中心将科学数据监管的生命周期分成四个阶段:①描述信息内容,并且把它表示出来;②建立相关的存储科学数据计划;③观察和参与科研活动,参与工具和可用软件的开发;④数据监护和保存^[4]。英国 Data Archive 项目把数据生命周期分成6个阶段:①数据创建:包括设计研究计划、计划数据管理、收集数据、获取和创造元数据等;②数据处理阶段:包括数据输入,数据翻译,数据检验以及数据的管理和存储等;③分析数据:包括解释数据和导出数据等;④保存数据:包括检查和储存数据,创建元数据和相应文档等;⑤提供数据的访问:包括发布、共享数据,对数据进行访问控制,建立版权等;⑥重用数据:包括紧跟研究成果,对于研究结果的审查等^[5]。对比借鉴国外学者的不同观点,本文将科学数据监管生命周期分为四个阶段:①计划阶段;②收集、管理阶段;③存储、分析阶段;④共享、发布以及出版利用阶段。

科研活动过程包括科研活动初期、科研活动中期和科研活动后期。数据监管的生命周期源于科学研究过程的生命周期^[6]。因此,本文以科研活动过程为依据,对科学数据生命周期进行划分,包括:①科研活动初期:计划阶段;②科研活动中期:收集、管理阶段,存储、分析阶段;③科研活动后期:共享、发布以及出版利用阶段。针对生命周期不同阶段的情形,进行科学数据监管工具研究,希望为我国高校图书馆的科学数据监管提供相应借鉴。

4 生命周期视角下的科学数据监管工具研究

目前有关国外科学数据监管工具的研究,大多会考虑科学数据的生命周期,在生命周期的不同阶段采用相应的科学数据监管工具。根据这一特点,本文从数据生命周期的角度出发,调研分析国外的数据监管工具,通过对这些监管工具的分析,促进我国高校图书馆关于开展科学数据监管的实践。

4.1 国外基于生命周期的科学数据监管工具的调研分析

4.1.1 辅助科学数据监管的智能研究框架(SRF)

智能研究框架(Smart Research Framework, SRF)^[7]提供的三个工具在科学数据生命周期的监管中发挥了重要的作用,主要包含科学数据的创建、存储和发布等功能。作为英国数据监管中心项目之一的智能研究框架,是一种基于云计算的用于实验室辅助科学数据管理研究的协作系统,它通过将南安普顿大学的电子实验室记事本系统(Electronic Lab Notebook, ELN)部署到共享的虚拟云平台,为科学数据监管提供所需工具和服务。基于南安普顿大学开发的三个网络系统

LabTrove, Blog3 和 LabBroker, 该项目在科学数据生命周期中,实现科学数据的创建、存储以及研究成果的再利用,其中 LabTrove 涉及了化学、物理和工程等领域。Blog3 利用了其他数据监管项目,提供一种实验环境下的集成软件和系统服务。在科学数据生命周期中,通过科学数据的集成服务,提供科学数据的存储、出版和共享等功能。LabTrove 和 Blog3 借助中间件服务 LabBroker,共同提供了实验室设备与计算机的集成服务。在实验过程中,智能研究框架能植入实验仪器和计算机中,自动记录仪器产生的数据。通过及时发布数据评价,资金资助者可以判断资金支持情况,进一步促进学者开展协同工作。以下是对三个工具的详细介绍。

(1) LabTrove^[8]

在科学数据生命周期中,LabTrove 工具能实现科学数据的创建和存储。它是智能研究框架的一部分,帮助创建和保存记录。LabTrove 提供一种高度灵活的电子笔记本及数据管理系统,可以在协作环境中促进信息的获取和利用。研究人员能使用 LabTrove 对实验进行描述记录,同时将捕捉到的实验结果与实验创建关联,提供数据分析程序中的审计记录。目前 LabTrove 的这项功能应用于 WebTracks^[9] 项目中,属于一种从下游(出版后)向上游(出版前)的原始数据的自动连接方式。LabTrove 不仅可以作为当前许多断开进程的黏合剂,还可以利用其链接和识别功能,通过语义出版和参考引用,增强语义功能。在科研过程中,LabTrove 以数据的生命周期为依据,为科学数据监管提供相应的服务,对此给我国高校图书馆提供了宝贵的经验。

(2) Blog3^[10]

在科学数据监管过程中, Blog3 工具以科学数据生命周期为核心,为研究人员提供研究数据存储、发布和保存的功能。它拥有样本原型的服务,主要面向物理和化学等领域。Blog3 工具在提供这些服务时,支持的数据类型包括:研究过程中产生的科研数据,实验样本相关的数据,一些关于描述仪器的数据,实验过程中使用的方法相关的数据,关于实验过程描述的数据以及实验环境的安全信息数据等^[11]。Blog3 有一个可扩展的插件结构,不仅可以实现身份验证和授权功能,而且所有科学数据的在线预览和搜索引擎的索引服务都能够完成。另外, Blog3 还提供了集成词汇以及模式编辑的环境,它允许用户在其预期的上下文中进行描述和显示数据。Blog3 可以输出的数据格式很多,包括 HTML、XML-RPC、RDF/XML 等形式,且允许链接网络服务到对应的笔记本系统。在高校科学数据监管过程中, Blog3 为标准、格式的统一提供了样本,图书馆在实行科学数据监管时,可以学习借鉴该工具相关的服务,开展图书馆的监管实践。

(3) LabBroker^[12]

在科学数据监管过程中, LabBroker 工具可以提供科学数据的出版服务。作为一个原型系统,它也支持中间件服务,即一种智能实验室的传感器系统服务,将实验室中的仪器设备与具体的 ELN 软件和服务连接。在整个实验的过程中,实验室及仪器会记录一些

初始结构化数据,而且数据处理和实验分析后也会产生结构化的科学数据。LabBroker 为这些数据的直接出版、共享,构造了一些特定的系统。换句话说,对于科研活动过程中产生的数据,LabBroker 实现了在未经处理的情况下直接出版、共享,可保证原始数据的真实性、可靠性。

4.1.2 美国加州大学数字图书馆

加州大学数字图书馆为科学数据的监管提供了一个清晰的思路,针对科研活动中科学数据生命周期的不同阶段,都发布了相应的工具。在科学数据生命周期的不同阶段,对科学数据采取了不同的监管方式,对于科学数据的监管以及共享具有重大的意义。加州大学数字图书馆提供的科学数据监管工具主要包括 Merritt、DataUp、eScholarship、DMP Tool^[13]等。在科研活动初期,DMP Tool 负责制定科研计划,帮助研究人员创建和管理数据监管计划;在科研活动中期,DataUp 进行科学数据的收集,同时 Merritt 实现科学数据的存储、管理以及共享等功能。在科研活动后期,eScholarship 实现科研结果的出版等。

(1) DMP 工具

在科研活动初期,即在科学数据产生之前,DMP (Data Management Planning) 帮助研究人员创建数据监管计划,可满足美国国家科学基金会(National Science Foundation, NSF) 以及其他资助机构的需求。DMP 允许公众使用,参与机构可以为他们的研究人员定制符合的 DMP。这时研究者可以用他们机构的地址登录,查看可用资源和服务,为他们的数据管理计划制定专属个性的样板。在 DMP 的整个开发过程中,为研究人员的协同工作提供一个很好的方案。这些参与开发的机构全都自筹资金,如伊利诺伊大学、加州大学及其洛杉矶分校,他们的开发研究人员共同完成设计、开发和集成。目前注册用户已经合计超过 450 个研究机构,总人数超过 2 300 人次,并且用户已经创建了超过 1 800 个数据管理计划,超过 60 个机构为他们的社区定制了 DMP^[14]。DMP 可为数据生命周期的其他阶段打下基础,其支持的数据类型可以是文本、表格、图像、音视频、3D 模型等^[15]。

(2) DataUp 工具

在科学数据监管过程中,DataUp 工具为科学数据生命周期的收集阶段服务,通过创建表格,处理数据的监管和保存问题。它是为了满足将数据管理无缝集成进科研人员当前工作流的需求而产生的,是一个开源工具,不仅可以帮助科研人员归档、管理和存储以及共享科学数据,而且还能通过指导创建标准元数据,实现科学数据监管标准的统一化。DataUp 可作为插件,直接安装到 Microsoft Excel 工具中,该工具有四个主要的特征:①最佳实践检查,即 DataUp 通过解析科研人员不同格式的文件,来检测不符合数据管理的潜在问题,确保数据是良好格式化的和组织化的,找出问题来源并提供相应的解决方法;②通过 DataUp 工具创建元数据,利用电子表单里的表格,指导创建标准元数据,使数据文件发现和重用;③帮助数据集获

得标识符,记录、存档数据并且获得持久的唯一标识符,使科研人员相互可以直接使用数据,确定在科研团体中的影响力;④归档、共享数据,通过 DataUp 与其他知识库直接相连,更新科研人员需要存储的数据,通过归档数据,使数据公开^[16]。

(3) Merritt 工具

Merritt 工具(Merritt Repository, 是一个存储库服务,允许管理、归档和共享有价值的数字内容^[17])。在数据生命周期中,Merritt 工具促进了加州大学社区科学数据的保存以及管理。使用 Merritt 存储库有一些例子,如数据共享项目,在这个项目里,加州大学图书馆工作人员、图书管理员、开发人员以及加州大学旧金山分校的研究者们协同工作,共享他们的数据,并且利用驱动 Merritt 存储库的工具,帮助减少数据共享的障碍。在其他的协作项目里,Merritt 为发表在 eScholarship^[18]项目中的文章提供存储服务。加州大学的联机归档,提供了在线数超过 20 000 的收集指南。Merritt 存储库灵活的体系结构,为接收和访问数据提供了多种方法,可满足大范围的工作流程和需求^[14],为科学数据存储和共享减少障碍,促进科学数据的利用和价值增值。

(4) eScholarship

加州大学的 eScholarship 工具为基于生命周期科学数据监管的出版服务提供了支持,尤其在 UC3 (University of California Curation Center) 团队的协作研究中,为科学数据生命周期监管的出版服务提供支持。eScholarship 工具的开发人员探索了一种新模式,包括对数据论文及数据出版的支持。这种支持使引用的论文以围绕数据集的形式进行,可为研究人员提供更多方式,发布和共享他们的数据。eScholarship 主要用于存储和发布科研活动过程中产生的结果以及学术论文等。它倾向于形成一种经济、高效的可持续发展模式,促进各个领域的学术交流发展,包括科技创作、同行评审、科学文献的管理、科学文献的发布以及存储等。徐澎在关于加州大学数字图书馆 eScholarship 项目介绍中指出 eScholarship 支持三种学术出版模式,包括:①学术研究成果仓储,包括预印本和同行评审的内容;②基于网络上的数字内容出版,即在网络上出版相关领域的学术论文等;③既面向研究人员也面向大众读者的学术著作电子版^[19]。eScholarship 包含近 2 000 种学术出版社的电子图书,内容覆盖艺术、科学、宗教和小说等诸多领域,另外 eScholarship 项目提供 700 多种电子图书的免费在线浏览^[20]。在科学数据生命周期中,eScholarship 工具在支持数据的存储服务、出版和发布服务中发挥了重要的作用,我国开展科学数据监管实践可以参考国外优秀监管案例,实现科学数据高效监管,避免科学数据的浪费以及重复,使科学数据监管工作有序运行起来。

4.1.3 莫纳什大学科学数据管理工具——MyTARIDS^[21]

在科学数据生命周期中,MyTARIDS 是由莫纳什大学发布的一个存储、共享、访问以及出版数据服务的工具。MyTARIDS 具有四个方面的特点:①解决归档

的问题,提供访问和引用原始生物科学数据的服务;②便于大容量的数据集的共享、访问以及出版;③MyTARIDS 有超过 200 万个文件、200 000 亿字节的数据能自动收集以及访问;④关于该工具的代码贡献者有 18 个人,而且 MyTARIDS 工具可以将科学仪器中产生的数据和人类连接起来。目前在澳大利亚的 11 个地方,部署了五种不同类型的数据,如同步数据、中子源、医学影像、质谱仪、显微镜等产生的数据。目前,“生物科学数据平台”也运用了 MyTARIDS 工具,不仅将 MyTARIDS 置于云端,而且实现了超级计算机和大容量的数据发布平台相链接等功能。

4.2 科学数据管理工具总结

根据以上国外基于生命周期的科学数据监管工具的分析,可以明确基于生命周期的科学数据监管活动是存在于科研活动整个过程中的。科学数据生命周期大致包括以下几种类型的活动:①计划阶段,科学数据产生前创建科研活动计划,为科学数据的产生作准备;②收集、管理阶段,对产生的科学数据进行收集、整理,使之有序化,标准化等;③存储、分析阶段,对收集到的科学数据以统一的格式标准存储、分析,以此来促进科学数据价值增值;④共享、发布以及出版利用阶段等,在这个阶段中,实现科学数据的共享和利用,发挥科学数据的价值,促进科学数据的可持续发展。科学数据是在科学研究过程中产生的,即科研活动前期、科研活动中期和科研活动后期。在科研活动前期,研究者们通过书写研究建议以及项目计划来为科学数据产出作准备。在科研活动中期,通过对科研数据的记录、链接、归档以及在可靠的存储库中存储数据,实现科学数据的长期监管。在科研活动后期,对科研活动中产生的科学数据以及论文通过出版、共享,实现科学成果的共享和利用,以及科学数据的价值增值等。在科学数据生命周期不同阶段,需要相应的科学数据管理工具对其进行监管,保证科学数据有效并且有序地储存、增值以及高效利用。有关科学数据生命周期管理工具分析如表 1 所示。通过对国外基于生命周期科学数据监管工具的分析,可以为我

国高校图书馆开展数据监管带来相应的启示,促进我国数据监管工作高效有序地运行。

5 高校图书馆在科学数据监管方面的启示

我国高校关于科学数据监管服务尚处于起步阶段,根据以上国外基于生命周期的科学数据监管工具研究,得到一些关于科学数据监管的启示。图书馆作为科研的主要力量和基地,在科学数据监管中扮演着重要的角色,根据科学数据生命周期不同状态,高校图书馆需提供不同的服务。除了对这些工具实践的开发、整合和集成外,高校图书馆还需要提供与科学数据生命周期监管相关的服务,包括数据存储服务、数据标准的制定、咨询服务以及馆际互动服务等,以此来促进高校科学数据的存储、增值、交流共享以及利用等。

(1) 科学数据监管工具的设计、开发

图书馆除了提供传统图书馆的服务外,还应积极投入到科学数据监管过程中,积极进行科学数据监管工具的开发。我国国内图书馆对于数据监管工作的展开尚处于起步阶段,与国外数据监管的研究还存在一定的差距,因此国内图书馆应在了解国外数据监管工具的基础上,知己知彼,明确自己在开发数据监管工具上的缺陷,寻求科学数据监管资金支持,积极解决技术开发难点,开发统一的科学数据监管工具,提升科学数据的利用率及改善储存情况等。

(2) 整合利用现有工具

国外开展科学数据监管工作比较早,我们可以通过分析国外科学数据监管工具,进行对比研究,整合利用现有工具,使之适合国内高校图书馆科学数据监管服务,使我国科学数据监管工作顺利开展出来。另外,除了利用国外先进的科学数据监管工具外,还可在其基础上进行相应的改进,更适应我国图书馆的情况,克服其疑难点,促进我国科学数据监管工作步伐。

(3) 构建集成各种科学数据监管工具平台

在 e-science 环境下,每一项服务的实施,都需要依托于一定的平台进行,比如资源的自动采集,需要

表 1 基于科研活动不同阶段的科学数据生命周期管理工具

工具
阶段

有相应的采集平台和软件的支持等^[22]。在科学数据监管过程中,以科学数据生命周期为依据,实现平台的嵌入服务,构建集成各种科学数据监管工具的平台。服务于科学数据生命周期计划阶段、收集和管理阶段、存储和分析阶段、共享发布以及出版利用等阶段,例如,康奈尔大学 DataStaR、约翰霍普金斯大学 Data Conservancy 和艾塞克斯大学英国数据档案平台,都力图提供贯穿于科学数据生命周期的数据监管服务^[23]。另外,我国在生命周期视角下的科学数据监管平台的建立也作出了相应的努力,如以王建民为首的学者完成了复杂装备跨生命周期数据管理平台关键技术,从生命周期的角度集成各种软件和工具开展数据管理^[24]。

(4) 嵌入科研活动不同阶段,提供基于生命周期科学数据监管服务

图书馆应针对科研活动不同阶段,基于生命周期的科学数据监管开展不同的服务。在科研活动过程中,制定科学数据监管标准,创建和发现描述数据集的元数据,制定数据管理原型和架构,以及辅助国家建立相关的标准规范和政策的制定等。通过实现跟高校间馆际互借类似的科学数据监管馆际互动服务,施行国内高校科学数据监管的统一标准。建立高校协作平台,共同制定科学数据计划、科学数据存储标准、科学数据出版以及共享等格式,实现数据监管高效、统一,可避免数据的重复和浪费,提高数据使用价值和保存价值。高校图书馆作为图书情报领军者,提供数据咨询服务,为其他研究者们提供研究和方向。国外图书馆也提供了相应的服务,如麻省理工学院图书馆提供社会科学数据、地理 GIS 数据以及生命科学数据的机构数据保存和咨询服务^[14]。最后,还可提供科学数据的出版、发布服务,促进科学数据的利用和共享等。

6 结语

本文只调研了国外知名的科学数据监管工具,还有很多监管工具值得我们去学习和使用。我国图书馆对于科学数据监管的研究尚处于起步阶段,与国外图书馆相比,国内图书情报机构对于科学数据管理的工具较少,只有少量科技信息机构或图书馆从事科学数据研究和服务的初步探讨^[25-26]。图书馆要深刻理解科学数据管理服务的本质,从科学数据管理工具的研究中,借鉴一些科学数据管理的经验及技术。准确把握科学数据在整个生命周期的特点,探索适合不同学科领域的科学数据监管工具,以此来推动我国高校图书馆关于科学数据监管工作的进程。

参考文献

- [1] 张红丽,吴新年. e- Science 环境下面向用户科研过程的知识服务研究[J]. 情报资料工作, 2009(3): 80-84.
- [2] 崔宇红. E- Science 环境中研究图书馆的新角色: 科学数据管理[J]. 图书馆杂志, 2012, 31(10): 20-23.
- [3] 钟 声. 大数据驱动的高校图书馆数据监护研究[J]. 情报资料工作, 2014(3): 103-106.
- [4] DCC Curation Lifecycle Model[EB/OL]. [2015-04-05]. <http://www.dcc.ac.uk/resources/curation-lifecycle-model>.
- [5] Research Data Lifecycle[EB/OL]. [2015-04-05]. <http://www.data-archive.ac.uk/create-manage/life-cycle>.
- [6] 师荣华,刘细文. 基于数据生命周期的图书馆科学数据服务研究[J]. 图书情报工作, 2011, 55(1): 39-42.
- [7] Smart Research Framework (SRF) - Cloud-Based Collaborative Notebook System[EB/OL]. [2014-11-10]. <http://www.dcc.ac.uk/projects/srf>.
- [8] The Smart Research Framework (SRF)[EB/OL]. [2014-11-10]. <http://www.mylabnotebook.ac.uk/software/labtrove.html>.
- [9] [Archived Content] Webtracks: Jisc[EB/OL]. [2014-11-10]. <http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20140702233839/http://www.jisc.ac.uk/whatwedo/programmes/mrd/clip/webtracks.aspx>.
- [10] The Smart Research Framework (SRF)[EB/OL]. [2014-11-10]. <http://www.mylabnotebook.ac.uk/software/blog3.html>.
- [11] Blog3—A Blogging Engine for the Semantic Web[EB/OL]. [2014-11-10]. <http://blog3.rubyforge.org/>.
- [12] The Smart Research Framework (SRF)[EB/OL]. [2014-11-10]. <http://www.mylabnotebook.ac.uk/software/labbroker.html>.
- [13] California Digital Library[EB/OL]. [2014-11-10]. <http://www.cdlib.org/>.
- [14] Joan Starr, Perry Willett, Lisa Federer. A collaborative framework for data management services: The experience of the university of California[J]. JESLIB, 2012, (3): 109-114.
- [15] 杨 平,田 野. 长尾数据共享研究进展[J]. 图书情报工作, 2014, 58(8): 133-137.
- [16] 2014年7-9月开放资源建设[EB/OL]. [2014-11-10]. <http://open-resources.las.ac.cn/node/3579>.
- [17] California Digital Library: Merrit[EB/OL]. [2014-11-10]. <http://www.cdlib.org/services/uc3/merrit/>.
- [18] University of California: Escholarship[EB/OL]. [2014-11-10]. <http://escholarship.org/>.
- [19] 徐 澎. 加州大学数字图书馆 eScholarship 项目评价[J]. 图书馆学研究, 2009(1): 35-37.
- [20] 阎 军,杨志萍. 分报告二: 加州大学数字图书馆考察报告[J]. 数字图书馆论坛, 2011(1): 16-21.
- [21] Beitz A. Growing an Institution's Research Data Management Capability Through Strategic Investments in Infrastructure[EB/OL]. [2014-11-10]. <http://www.dcc.ac.uk/sites/default/files/documents/IDCC13presentations/1000BeitzIDCC2013.pdf>.
- [22] 陈成鑫. E- science 环境下用户信息需求与信息服务研究[J]. 情报科学, 2009, 27(1): 108-112.
- [23] 赖剑菲,洪正国. 对高校科学数据管理平台建设的建议[J]. 图书情报工作, 2013, 57(6): 23-27.
- [24] 复杂装备跨生命周期数据管理平台关键技术[EB/OL]. [2015-04-05]. <http://www.lkjw.gov.cn/n8785584/n8904761/n8904900/n10162614/n10162729/n10162836/10164700.html>.
- [25] 彭 洁,涂 勇. 科学信息机构从事科学数据研究的趋势和可行性分析[J]. 图书情报工作, 2009(10): 47-50.
- [26] 黄筱瑾. 研究型图书馆参与科学数据共享服务研究[J]. 图书馆论坛, 2009(12): 177-179.

[作者简介] 张春芳,女,1991年生,上海大学图书情报档案系硕士研究生。

卫军朝,男,1980年生,上海大学图书情报档案系讲师。

收稿日期:2015-06-03