

研究型图书馆在科学数据管理中的角色问题研究

尹春晓 鄢小燕

【摘要】在 E-Science 环境下,科学数据管理日益成为当前国内外研究热点,研究型图书馆确定自己在科学数据管理中的角色显得尤为重要。文章指出当前研究型图书馆在科学数据管理中的角色定位的局限性。在此基础上,结合传统图书馆学理论、数据生命周期理论以及学术交流系统理论,对研究型图书馆在科学数据管理中的角色进行了探讨,以期在 E-Science 环境下研究型图书馆能够充分实现自身价值。

【关键词】E-Science 科学数据管理 data curation 数据生命周期

Abstract: In the E-Science environment, scientific data management has increasingly become the focus of research both at home and abroad, so it is particularly important for research libraries to determine their roles in scientific data management. The paper points out the limitations of current research on the roles of research libraries in scientific data management. On this basis, combining with the traditional library science theory, data life cycle theory and academic exchanges system theory, the study tries to research on the roles of libraries in scientific data management, in order that research libraries can fully realize their value in the E-Science environment.

Key words: E-Science scientific data management data curation data life cycle

1 引言

随着现代科技和互联网的发展,人类正以惊人的速度产生海量数据,根据国际数据公司(IDC)2012年发布的“数字宇宙研究报告”,2012年全球数据总量达到了2.8ZB,并预计到2020年,全球将拥有40ZB的数据量^[1]。海量科学数据的不断产生,迫切需要有关机构通过研究其特点,建立起完善的管理机制,通过采集、组织、保存、传播、存档及分析,促进这些科学数据能够在适当的时候为需要的人们再利用。

长期以来,以高校图书馆为主的研究型图书馆一直通过对科学文献的管理助力于科学研究活动,并在学术交流体系中担任重要角色。图书馆在科学文献的组织与服务方面积累了丰富的经验,已成为科研活动有力的支撑体系。现今,在 E-Science 时代,研究型图书馆所服务的对象对科学数据的保存、组织与利用有了新的需求,这是摆在当前研究型图书馆面前极其现实并亟待解决的问题。图书馆必须抓住契机,积极探讨其在科学数据管理中所应承担的角色,充分发挥其在信息管理、信息增值方面的优势,进一步提升其信息服务能力。

2 科学数据管理概念演化及进展

科学研究是一个动态、交互的过程,而科学数据是在科学研究过程中产生的,是科学研究过程中不可或缺的组成部分。所谓科学数据是指数字形式的研究数据,包括在研究过程中产生的能存储在计算机上的任何数据,也包括能转换成数字形式的非数字形式数据。如传感器读取的数据、遥感勘测数据、调研结果、神经图像、实验数据及来自测试模型的仿真数据等^[2]。

科学数据管理的产生得益于生物科学、计算机科学和图书情报学,是数据密集型科研及科学数据共享的产物。它是一个不断演化的概念,早期的科学数据管理涵盖了数据管理理念、政策、方法、规范、措施及体系等方方面面,是一个比较宏观的概念,是科学界、图书情报界,甚至企业界都关注的问题。而 Data Curation 则是近年来在科学界兴起的一个新概念,是一项自上而下的、由国家政策层面推动并以图书馆作为主要的业务承担机构的新型

数据管理和服务方式, 强调的是一种管理科学数据的方法, 即从科学数据生命周期的角度, 从科学数据产生开始即进行的有策划的、主动的、可持续的管理方式。

通过大量文献调研可以发现, 首先是科学界意识到科学数据的重要性, 并从学科自身的科学数据共享等角度展开研究; 其次是图书馆学与情报学将科学数据作为信息资源管理对象的研究, 以及高校图书馆展开的科学数据管理实践活动等^[3]。

目前, 国外很多图书馆已经意识到了 E-Science 环境来自数据领域的机遇和挑战, 并开始图书馆内设置数据服务馆员 (Data Service Librarian)、数据专家 (Data Scientist)、数据人文专家 (Data Humanist)、数据研究科学家 (Data Research Scientist) 等岗位, 将图书馆的服务范围扩展到数据阶段^[4]。

3 国内外图书情报领域科学数据管理研究现状

图书情报领域关于科学数据管理的研究开始较晚, 主要是利用高校图书馆和专门研究机构的科学数据管理实践展开研究, 这些研究与实践大多是从信息资源管理角度出发, 将科学数据作为管理对象, 从信息组织及信息服务层面进行管理理论以及相关实践的研究。

3.1 国内研究现状

我国图书馆界目前对科学数据管理的研究还不够深入, 虽然我国研究型图书馆已有科学数据保存和共享的意识, 但对科学数据管理所涉及的数据再加工以及再利用的整体意识还不够强, 对科学数据管理的研究无论是理论上还是实践上都处于起步阶段。目前国内图书馆关于科学数据管理方面的研究内容大多只限于理论层面上的总结和归纳、对国外关于数字化科研和科学数据共享等相关研究的引介、科学数据的组织、科学数据共享平台的建设以及近年来逐渐展开的科学数据服务研究 (见表 1) 等。

表 1 国内图书情报领域科学数据管理研究现状

研究方向	国外研究的引介	科学数据服务	科学数据组织	科学数据管理实践
代表人物/机构	李娟、陈传夫、王巧玲、杨鹤林、张晓林等	彭洁、黄筱瑾、师荣华、刘细文、李晓辉等	杨文、韩涛、孙志茹、陈仕吉等	中国科学院
主要内容	主要介绍国际组织和国家政府两个层面针对科学数据共享建立的保障体系、共享政策、国外研究进展及科学数据管理技术等	主要分析图书馆进行科学数据管理的优势、方式方法、科学数据服务模式等	主要是从某一具体学科领域出发, 分析科学文献与科学数据的关联及整合模式, 以及如何提供跨库及集成服务	中国科学院主要是由网络信息中心负责其科研活动中科学数据的管理, 涉及信息描述与组织规范, 部分图情人员参与其中

3.2 国外研究现状

国外图书情报领域对科学数据管理的研究较为成熟, 已经形成科学数据管理相关的图书情报专业教育和较为系统的研究。其相关研究大多是案例分析与实践介绍, 以及依托数字化科研项目而实施的科学数据管理, 这些研究涉及面较广。然而其理论研究比例不大, 主要从科学数据管理概念、相关政策与法律、科学数据作为信息管理对象的分析以及科学数据管理活动中的一些非技术因素等角度进行研究, 而对作为管理对象的科学数据及其组织的理论依据研究较少 (见表 2)。

通过以上对国内外图书情报领域科学数据管理现状的分析可以发现, 国内图书情报领域对科学数据管理的研究还处于萌芽阶段, 已发表的研究论文大多是对国外研究成果和实践的理论引进及总结, 研究内容主要集中在概念介绍、政策分析、模式探索, 服务探讨以及意见建议等方面, 缺乏深入研究, 且针对科学数据管理的具体实施及实践成果较少; 相比之下, 国外图书情报领域对科学数据管理的研究比较成熟, 呈现出重实践轻理论的现象, 研究内容大多都是案例分析与实践介绍, 以及依托科研项目而开展的科学数据管理, 而理论研究成果则较少。

4 研究型图书馆在科学数据管理中的角色定位

数字化技术的发展使得科学数据的重要性日益增强, 也为研究机构带来了新的挑战。科研人员和研究机构在如何保存大量科学数据以便长期使用方面面临许多挑战, 这些挑战包括: 如何以统一的方式描述数据、跟上不断发展的数据标准、持续有效地共享数据, 还要考虑到一些其他限制, 通常是社会学因素, 以及数据共享和数据重

用的障碍,与此同时还要应对大幅增长的数据量^[5]。这就要求研究人员在进行科学研究的同时,还要具有收集、分析、共享及有效管理和保护研究数据的能力。显然这对于科研人员来说是非常困难的。然而,目前支持科研人员数据管理的服务却很匮乏。Tenopir 等人发现目前科学家进行数据共享的主要障碍之一便是缺乏相应的机构支持及指导。研究型图书馆由于多年来与其所在的高校及研究机构的科研部门长期合作,是一个满足科研人员数据管理需求的理想支持机构。

表2 国外图书情报领域科学数据管理研究现状

研究方向	专业教育	概念界定	相关政策、法律问题	图书馆的角色和职责	科学数据管理实践
代表人物/机构	美国伊利诺伊大学香槟分校、北卡罗莱纳大学、密西根大学、美国雪城大学等	伊利诺伊大学图书馆、英国数据策管中心、Elizabeth Yake 等	美国国家科学基金会 (NSF)、美国研究图书馆协会 (ARL)、美国国家科学和技术委员会 (NSTC) 等	Choudhury、Witt、Anna Gold、Data-One、ARL 指导委员会特别小组等	康奈尔大学图书馆、约翰·霍普金斯大学图书馆、加利福尼亚大学图书馆、普渡大学图书馆、伊利诺伊大学图书馆、麻省理工学院图书馆等
主要内容	课程内容主要涉及: 科学数据的采集、组织、归档、保存与利用以及相关科学数据管理活动中的标准与规则等以及数据共享与再利用过程中的相关社会问题与法律问题	都是从数据生命周期角度,从科学数据产生伊始即对其进行管理和完善,以实现增值及再利用	主要涉及科学数据管理中的规范和标准,以及相应政策的制定,并探讨科学数据共享与再利用过程中的法律与社会问题	指出图书馆员不仅应具有科学数据管理专业知识,还应具有特定学科领域知识,并充分利用其文献管理及信息服务方面的优势来进行科学数据管理	国外很多著名高校图书馆都参与了一些科学数据管理相关实践项目(其中很多实践项目是由资助机构资助的),以实现对相关机构的数据监管,为科研工作提供协作

然而,科学数据管理是一项巨大而复杂的工程,不能单纯依靠某一个机构的力量,需要政府部门、研究人员、资助机构、高校和图书馆来共同参与和实施。近年来,国外采取了一系列的措施来保证科学数据管理的实施,政府部门通过投入大量资金和制定相应的政策法律等方式来支持和保证科学数据的保存、管理和共享。美国国家科学基金会 (National Science Foundation, 简称 NSF)^[6]、国立卫生研究院 (National Institutes of Health, 简称 NIH)^[7] 及澳大利亚研究理事会 (Australian Research Council, ARC)^[8] 等都制定了相应的数据管理政策和计划。英国联合信息系统委员会 (Joint Information Systems Committee, JISC) 资助成立了数据管理中心 (Digital Curation Centre, 简称 DCC), 其目标是促进数字化资源的管理^[9]。

国际上一些著名的高校图书馆已经意识到数据管理的重要性并开始参与到高校数据服务中。例如,普渡大学图书馆与伊利诺伊大学图书情报研究生院共同主持了旨在研究科学数据具体管理内容及方式的数据管理项目 (Data Curation Profiles)^[10]; 约翰·霍普金斯大学图书馆、加利福尼亚大学图书馆、康奈尔大学图书馆等加入了由 NSF DataNet 计划资助的、以实现高校科学数据管理为目标的项目; 麻省理工学院图书馆提供生命科学、地理 GIS, 以及社会科学数据等学科的机构数据保存及咨询服务^[11]。

虽然目前国外很多研究型图书馆已经参与到科学数据管理过程中,并取得了一定的理论成果和实践成果,但目前关于研究型图书馆在科学数据管理中的角色和职责还没有一个明确的定位。

Alma Swan 和 Sheridan Brown 在 JISC 报告中归纳了科学数据服务的 4 种角色,即数据创造者 (data creator)、数据馆员 (data librarian)、数据主管 (data manager)、数据专家 (data scientist), 并指出图书馆的主要职能包括: 提高科研人员的数据意识、数据存档和数据保存、数据馆员的培养和培训^[12]。但该报告并没有对这 4 种角色的职责进行明确区分,且部分内容呈现相互交叉^[13]; Liz Lyon 在 Swan 等提出的 4 种角色的基础上,指出了科学数据管理中各主体的职责,其中,数据馆员的核心技能包括数据评估和保存、沟通技能、用户投诉和期

望管理、宣传推广营销、提高公众意识、协调机构合作、制定标准等^[14]。

DataONE 的可用性评估工作组对 DataONE 的数据生命周期理论进行了修改,针对图书馆员在数据生命周期的每一阶段可能遇到的问题进行设问,探讨图书馆员在数据生命周期过程中所应承担的职责,从而确定了图书馆在科学数据管理中的角色^[15]。

Anna Gold 指出图书馆的角色开始从数据生命周期的下游(出版后)阶段向上游(出版前)阶段拓展和延伸,并根据各阶段的不同任务分别确定了图书馆在前出版阶段和后出版阶段的相应角色。在前出版阶段,其主要角色包括:数据集的选择、描述、保存、审核、查找,以及相关数据标准及法规的指定等。在后出版阶段,图书馆的关键定位在于与研究人员建立合作关系,如参与数据管理模型、标准规范甚至政策的制定等^[16]。

上述学者对图书馆参与科学数据管理进行了探索并取得了一定的成果,同时也存在很多不足。比如,大多数学者都是依据科学数据生命周期理论,对图书馆员在数据生命周期过程中所应从事的具体工作进行了探讨,而并没有给图书馆的角色进行一个准确的归纳和定义。其次,某些学者只是提出在图书馆内设立数据馆员,而没有进行角色分工,忽略了科学数据管理的复杂性,且缺乏理论支持和系统性。

综合文献分析及国内外实践,结合传统图书馆职责、数据生命周期模型及学术交流体系,将未来研究型图书馆在科学数据管理中的角色进行如下定位:

(1) 数据专家的培养者:这是由图书馆参与社会教育的职能所决定的。图书馆在长期提供文献服务及数字图书馆建设过程中,积累了广泛的文献管理及知识组织方面的知识,这些经验可以很好地借鉴到科学数据管理过程中。在科学数据环境下,数据管理服务所需要的相关知识和技能包括:计算机技能、人际沟通能力、相关学科专业知识等。图书馆应当把科学数据管理利用纳入到信息素质教育内容中,定期对数据服务人员和科研人员进行数据管理意识、知识和技能方面的培训,并积极探讨新的数据管理教育方式,通过开设数据管理相关课程,培养适应未来科技发展的全面的数据管理专家。如,伊利诺伊大学图书情报研究生院的 DCEP(Data Curation Education Program)项目,采取在原有图书情报学课程基础上添加新的数据管理课程的方法,其课程内容包括信息组织、元数据理论与实践、数据管理基础、信息建模、数字图书馆、本体开发等,同时辅以针对性强的实习,实现理论与实践相结合^[17];美国麻省理工学院图书馆则将科学数据管理纳入学生信息素养教育范围内,以专题讨论和在线自助学习方式开展数据管理培训和教育,用户可以在线下载数据管理手册、课件等,目前已成为该校学生课程内容的一部分,其培训形式和内容仍在不断完善中^[18]。

(2) 科学数据的开发者:这是由图书馆所具有的开发智力资源和传递科学情报的职能所决定的。图书馆所收集的文献中的科学数据及其所购买的科学数据库,是人类在科研过程中所积累的一种智力资源,因此,图书馆应对其拥有的馆藏文献中的科学数据、购买的相关科学数据库及其所在高校和科研机构产生的科研数据等资源进行深度开发和挖掘,通过搭建科学数据共享平台的方式,开发科学数据的潜在价值。如加州大学伯克利分校图书馆收集、整理了其校内几个实验室的数据,并在校内进行了共享^[19]。图书馆通过对自身拥有的资源进行深度开发,在提高文献利用率的同时也提高了科学数据的有效性和有序性,减轻了科研人员的工作量,从而有利于促进科学数据的传播和再利用。

(3) 科学数据的组织者和保存者:这是由图书馆开发智力资源和保存人类文化遗产的职能所决定的,也是图书馆在科学数据生命周期中收集、处理、存档、保存功能的体现。长期以来,研究型图书馆一直承担其所在高校及科研机构的文献服务功能,在 E-Science 环境下,图书馆应继续发挥其文献检索优势,提供数据检索、数据导航等服务。这就需要图书馆充分利用其信息组织优势,研究科技文献与科学数据的关系、元数据设计方案、标准等。此外,由于学科的差异性,不同学科对科学数据的组织方式不同,图书馆应承担起科学数据组织者的责任,以统一的标准进行数据组织,实现数据的长期保存,以便数据能够真正被共享和再利用。如德国国家科技图书馆利用 DOI 系统,通过为数据集数字对象分配唯一标识符,将科学文献和科学数据进行链接^[20]。

(4) 科学研究的参与者:这是图书馆的数据管理角色从数据生命周期的下游阶段开始向上游阶段拓展和延伸的体现,也是图书馆传统参考咨询服务的演变。在 E-Science 环境下,图书馆应该成为科学研究的参与者,参与到科学研究的整个过程中,包括数据规划、收集、组织、存档、发布及长期保存等各个环节,通过图书馆员与研究者之间的合作来促进数据管理方案的推进,发挥各自在数据管理中的作用。同时,为研究人员提供数据参考咨询服务,帮助科研人员鉴定、获取及使用数据,包括检索数据、提供技术支持、制定数据管理计划等。通过图书馆员融入科研环境,提供嵌入式服务,来真正了解科学家的数据需求,以便提供真正满足科学研究过程需要的科

学数据服务。普渡大学图书馆已经在这方面进行了探索和尝试。

(5) 科学数据分析师: 这是图书馆在科学数据生命周期中发现、整合、分析数据等数据再加工功能的体现, 也是传统图书馆在 E-Science 环境下新功能的拓展。科学数据服务的未来发展趋势是数据增值服务, 如进行数据分析、数据可视化、将科研数据与相关科研文献关联、提供集成化服务等, 因此, 研究型图书馆不应只是单纯地对数据进行分类与组织, 而应该进行深入的数据挖掘和分析, 为研究人员提供解决方案。这方面可参考哈佛大学的“Dataverse Network”项目, 该项目涉及科学数据出版、参考、共享、抽取和分析等内容, 可以为大学及其他科研机构提供全部数据出版系统解决方案, 并可通过分配 URL 方式产生正式的数据引用 (data citation), 通过 SPSS 和 STATA 提供数据分析服务并提供多种格式下载^[21]。

(6) 科学数据管理标准和规范的参与制定者: 这也是图书馆的角色向数据生命周期上游 (出版前) 拓展和延伸的体现。欧美等一些国家已经出台了相应的政策和措施来保证科学数据管理的实施, 以及科学数据的开放获取和使用。然而据 ACRL 的一份研究报告指出, 目前仍有很多科研人员不愿提交并分享自己的科研数据, 首要原因是数据量巨大, 需要花费科研人员大量的时间来共享数据; 其次是缺乏统一的数据共享标准; 再次是需要面对数据共享的法律问题、数据滥用、数据类型不兼容等问题的困扰。这为研究型图书馆成为本机构知识创造周期中更积极的参与者, 提供了一个独特的机会。因此, 研究型图书馆应与数据中心、资助机构等进行积极探讨及研究, 参与到科学数据管理标准和规范的制定过程中, 以便最大限度地发挥图书馆的优势和作用。

5 总结

研究型图书馆作为高校和科研机构科学研究的支撑部门, 长期以来一直是采集、组织和提供学术信息资源服务的机构。在 E-Science 环境下, 科学研究开始转向数据密集型 (data intensive) 科研, 科研人员之间的联系日益密切, 越来越多的科学研究是建立在已有科研数据基础上的。科研人员的信息需求也逐步从文献服务转向数据服务, 这既给研究型图书馆服务科研带来了新的机遇也带来了挑战。因此, 研究型图书馆应该抓住机遇, 在科学数据组织管理、合作模式、服务方式等方面进行创新, 改变传统图书馆的中介服务角色, 积极探索新的嵌入式服务模式, 为图书馆的发展寻求新的契机。

为适应科研环境变化, 国内外研究型图书馆已经开始意识到科学数据管理的重要性, 纷纷加入到科学数据管理的理论和实践研究进程中, 并取得了一定的研究成果。然而, 目前国内图书情报领域对科学数据管理的研究还主要停留在理论研究阶段, 实践成果很少, 因此, 研究型图书馆必须对自己在科学数据管理中的角色有一个清晰的定位, 利用自身在科学数据管理中的优势, 积极主动地参与到科研过程中, 在数据专家的培养、科学数据开发、科学数据组织、科学数据分析等方面进行探索研究, 发挥其在学术信息交流中的作用, 进一步与科研融合, 促进数据管理实践的发展, 以实现自身的价值。

注释

- [1] Gantz J, Reinsel D. The Digital Universe In 2020: Big Data, Bigger Digital Shadows, and Biggest Growth in the Far East [EB/OL]. [2012-12-29]. <http://idcdocserv.com/1414>.
- [2] 李晓辉. 图书馆科研数据管理与服务模式探讨[J]. 中国图书馆学报, 2011(5): 46-52.
- [3] 钱鹏. 高校科学数据管理研究[D]. 南京: 南京大学信息管理学院, 2012: 17-28.
- [4] 叶兰. 国外图书馆数据监护岗位的设置与需求分析[J]. 大学图书馆学报, 2013(5): 5-12.
- [5] ACRL Research Planning and Review Committee. 2012 Top Ten Trends in Academic Libraries. College & Research Libraries News, June 2012: 311-320. <http://crln.acrl.org/content/73/6/311.full.pdf+html>.
- [6] Cyberinfrastructure Vision for 21st Century Discovery [EB/OL]. [2014-02-18]. <http://www.nsf.gov/pubs/2007/nsf0728/nsf0728.pdf>.
- [7] NIH Data Sharing Policy and Implementation Guidance [EB/OL]. [2014-02-18]. http://grants1.nih.gov/grants/policy/data_sharing/data_sharing_guidance.htm#ex.
- [8] ARC. Discovery Projects: Funding Rules for Funding Commencing in 2008 [EB/OL]. [2014-02-18]. http://www.arc.gov.au/pdf/DP08_Funding_Rules.pdf.
- [9] Digital Curation Centre [EB/OL]. [2014-02-18]. <http://www.dcc.ac.uk/>.
- [10] Data Curation Profiles [EB/OL]. [2014-02-18]. <http://datacurationprofiles.org/>.
- [11] Geographic Information Systems Services@ MIT [EB/OL]. [2010-08-08]. <http://libraries.mit.edu/gis/>.

(下转第 64 页)

的学科馆员信息。(2) 资源指南,如用户输入数据库名称“Emerald”,结果应该为该数据库的使用指南。(3) 图书馆网站,图书馆网站包括了服务信息、新闻、专业设备、学科馆员等信息,这些信息都应被发现系统检索。(4) 整合更多的语义数据及实体条目之间的关系。(5) 整合基于内容或使用数据的推荐内容,如 Elsevier 数据库,当下载一篇文献时,系统就会推荐与之内容相关的论文。(6) 整合一些潜在的资源支持图书馆 DDA (用户驱动采购)。

3.4 资源发现系统的优缺点

通过以上测试和文献分析总结出资源发现系统的优缺点如下:优点是使用简单、搜索结果按一定顺序排在一起、可检索到图书馆未订购资源、可以使用各种终端设备访问、方便链接社交媒体。缺点是适用于研究生以上人群,不适用于本科生、返回大量不相关结果以及社交媒体带来的隐私问题等。

4 结语

本文利用少量的关键词对 4 个资源发现系统进行了测试,得出的结论可能不是非常全面,各种发现系统各有其优缺点。笔者认为每个单位在部署自己的发现系统时,选择发现系统的类型固然很重要,但同时发现系统的个性化配置和设置也是一项非常重要的工作。

注释

- [1] 廖静. 山东大学图书馆资源发现系统评估工作的摸索与实践[J]. 图书情报工作, 2013 (9): 52-57.
 [2] 宋敏. 2010—2013 年资源发现系统在大学图书馆应用的对比分析[J]. 知识管理理论, 2013 (12): 18-24.
 [3] 窦天芳, 姜爱蓉. 资源发现系统功能分析及应用前景[J]. 图书情报工作, 2012 (7): 38-43.
 [4] 陈定权, 杨敏, 卢玉红. 图书馆资源发现系统的现状与趋势[J]. 图书情报工作, 2012 (7): 44-48.
 [5] 包凌, 蒋颖. 图书馆统一资源发现系统的比较研究[J]. 情报资料工作, 2012 (5): 67-72.
 [6] 张蒂. 非熟练用户对于两种资源发现系统的体验分析——基于焦点小组的调研[J]. 图书馆工作与研究, 2014 (1): 104-108.
 [7] Laohui L. A Research on the Resource Discovery System Applied on University Library [J]. Research on Library Science, 2013, 18: 7.
 [8] Kornblau A. I., Strudwick J., Miller W. How Web-Scale Discovery Changes the Conversation: The Questions Librarians Should Ask Themselves [J]. College & Undergraduate Libraries, 2012, 19 (2-4): 144-162.

翟中会 西安交通大学图书馆, 馆员, 硕士。

韩维栋 西安交通大学学报编辑部。

(上接第 52 页)

- [12] Swan A. Libraries and the Data Challenge: Roles and Actions for Libraries. The Skills, Role and Career Structure of Data Scientists and Curators: An Assessment of Current Practice and Future Needs [EB/OL]. [2014-03-01]. <http://eprints.ecs.soton.ac.uk/16675/>.
 [13] 肖潇, 吕俊生. e-science 环境下国外图书馆科学数据服务研究进展[J]. 图书情报工作, 2012 (17): 53-58.
 [14] Lyon L. Open Science at Web-Scale: Optimising Participation and Predictive Potential [EB/OL]. [2014-03-01]. <http://www.jisc.ac.uk/media/documents/publications/research/2009/open-science-report-6nov09-final-sentojisc.pdf>.
 [15] Tenopir C, Birch B, Allard S. Academic Libraries and Research Data Services [EB/OL]. [2014-03-02]. http://www.ala.org/acrl/sites/ala.org.acrl/files/content/publications/whitepapers/Tenopir_Birch_Allard.pdf.
 [16] Gold A. Cyberinfrastructure, Data, and Libraries. Part1: A Cyberinfrastructure Primer for Librarians [J]. D - Lib Magazine, 2007 (13): 5-6.
 [17] DCEP [EB/OL]. [2014-03-02]. <http://cirss.lis.illinois.edu/CollMeta/dcep.html>.
 [18] MIT Libraries Data Management and Publishing [EB/OL]. [2014-03-02]. <http://libraries.mit.edu/guides/subjects/data-management/>.
 [19] UC Berkeley's Principal Archive of Social Science Data [EB/OL]. [2014-03-02]. <http://ucdata.berkeley.edu/>.
 [20] Lautenschlager M, Hock H, Brase J. Publication and Citation of Scientific Primary Data at WDC Climate [EB/OL]. [2014-03-02]. http://colab.mpg.de/mw010/images/3/30/ESci08_Sem_1_Primary_data_registration_Lautenschlager.pdf.
 [21] An Open-Source Application for Publishing, Citing and Discovering Research Data [EB/OL]. [2014-03-02]. <http://thedata.org/book/features>.

尹春晓 中国科学院成都文献情报中心、中国科学院大学, 硕士研究生。

鄢小燕 中国科学院成都文献情报中心, 研究馆员, 硕士研究生导师。