

学科馆员 3.0 及其服务体系构建^{*}

赵晏强 周伯柱

【摘要】学科馆员 3.0 是在新型科研范式兴起、科研信息环境变化、学科交叉与技术融合以及原始创新和核心技术攻关备受关注的时代背景下产生的,是以数据驱动为主要特征、以多源数据为基础、以大数据技术应用为依托的新一代学科馆员。文章首先分析了学科馆员 3.0 产生的背景,然后对学科馆员 3.0 的内涵进行了探讨,最后以用户需求为牵引对其服务体系的构建进行了讨论。

【关键词】学科馆员 3.0 学科服务 数据驱动 知识服务

Abstract: This paper first analyzes the background of the emergence of subject librarian 3.0, then probes into the connotation of subject librarian 3.0, and finally discusses the construction of its service system based on users' needs. Subject Librarian 3.0 is produced under the background of the era of the rise of new scientific research paradigms, changes in the scientific research information environment, interdisciplinary and technological integration, and original innovation and core technology research. Subject Librarian 3.0 is a new generation of subject librarians whose main feature is data-driven, based on multi-source data, and relying on the application of big data technology. The service system of subject librarian 3.0 mainly consists of panoramic data intelligence service of subject field, background data intelligence service of scientific research institutions, scientific data management and data intelligence service, and data literacy education and training service. Subject librarian 3.0 will provide transformation ideas for libraries to adapt to changes in user needs in the era of big data, and provide a new path for sustainable development of subject services.

Key words: Subject Librarian 3.0 subject service data driven knowledge service

DOI:10.15941/j.cnki.issn1001-0424.2021.14.011

0 引言

自 1998 年清华大学引入学科馆员制度以来,我国学科馆员经历了从 1.0 到 2.0 逐步深化的过程^[1]。第一代学科馆员,即学科馆员 1.0,以图书馆资源为出发点,主要参与学科资源建设、用户联络、参考咨询和用户培训等工作。随着信息技术的迅猛发展,信息爆炸大幅度增加了用户从海量信息中快速、精准获取知识的难度。为适应用户需求的变化,出现了第二代学科馆员,即学科馆员 2.0。第二代学科馆员以用户为中心,以“融入一线、嵌入过程”为主要特征,以 Web2.0 技术为手段,构建用户信息环境,开展融入用户课题策划、内容分析、创新性论证、研究过程、论文发表、成果评价、知识产权的全程式服务^[2]。

2013 年大数据元年之后,人类社会步入数据驱动型时代,大数据逐步融入到各个行业。为适应这一变化,图书馆正在步入数据驱动与智慧融合的发展轨道,数据资源愈发成为文献情报领域的核心创新要素^[3]。同时,以开放获取、开放数据和开放科学为主要内容的全球知识开放与共享进一步推动了新型科学研究范式和知识交流生态的形成^[4]。在此背景下,科研用户面对的信息环境正在快速发生变化,科研人员对于从数据中发现知识以及对数据进行科学管理的需求愈发强烈,现有学科馆员的角色定位、服务能力以及服务内容已不能满足新形势下用户的需求。因此,图书馆应以新时期用户行为与用户需求为导向,发展以数据驱动为主要特征、以多源数据为服务基础、以大数据技术应用为依托的新一代学科馆员,即学科馆员 3.0。

^{*} 本文系中国科学院文献情报能力建设专项“研究所科研知识服务及领域专题情报网络建设”(项目编号:Y9KZ411003)、中国科学院青年创新促进会人才支撑专项(项目编号:Y8ZG041003)的研究成果之一。

1 学科馆员 3.0 产生的背景

学科馆员是图书馆服务科技创新的重要组成部分,其服务内容与用户需求密切相关。近年来,随着新一轮科技革命进程加快,大数据与人工智能技术的快速发展以及我国科技体制改革的快速推进,科研人员面临的科技创新环境快速地发生着变化。新型科学研究范式的兴起、科研信息环境的变化、交叉学科的融合以及原始创新及核心技术攻关的迫切需求促使科研人员的知识服务需求发生了根本性变化,进而推动学科馆员 3.0 的产生。

1.1 新型科研范式兴起

大数据的快速发展正在改变科学研究的范式。研究表明,大数据在生命科学、材料科学、天体物理、地球科学等学科领域得到了广泛应用^[5-8],越来越多的学科已经进入到大数据时代。在大数据与科学研究深度融合的趋势下,科学数据管理将贯穿于科学研究的全生命周期,以数据规划、数据发现与采集、数据存储与利用、数据共享与出版为主要内容的数据管理工作对研究人员能力提出了新的要求^[9]。面对这一新型科学研究范式,研究人员需具备重视数据、贡献数据和分享数据的意识以及管理数据、查找数据、分析和利用数据的能力。因此,学科馆员需抓住用户对于科学数据管理以及数据素养能力提升的需求,协助用户管好数据、用好数据,并积极拓展数据素养教育,提升用户能力。

1.2 科研信息环境发生变化

随着预印本(如 Arxiv、BioRxiv)、新闻博客(如科学网、36 氪)、自媒体(如微信公众平台、微博、知乎)、社交网络(如 ResearchGate、Academia)等成为科技信息交流共享的新载体,科技信息资源类型得到极大丰富。科研用户的需求已不再局限于传统文献数据,还包括预印本、科技博文、新闻报道、政策规划、投入产出、项目人才、科技影响力指标等数据的需求。以预印本为例,在 2020 年涉及“新冠”的论文中,有 3 万多篇是预印本论文,占到“新冠”论文数量的 17%到 30%^[10]。开展新冠病毒情报服务时,必须将预印本论文纳入到情报分析数据源中。由此可见,科研信息环境的快速变化导致了科研信息类型的多样化,同时也将使学科馆员开展知识服务的数据变得多源化。

1.3 学科交叉融合催生新业态

2020 年,习近平总书记在主持科学家座谈会时提出,希望广大科学家和科技工作者肩负起历史责任,坚持面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康,不断向科学技术广度和深度进军。深海、深地、深空、深蓝等领域战略高技术部署,新冠疫情防控以及川藏铁路等重大基础设施建设均离不开学科交叉与技术融合。在习总书记“四个面向”的要求下,学科交叉与技术融合将进一步成为常态,并不断催生新的科学前沿、新科技领域和新创新形态^[11]。2021 年,教育部将“交叉学科”列为第 14 个学科门类,国家自然科学基金委设立“交叉科学部”,成为第 9 大科学部。学科交叉融合对知识的广度和深度的要求大幅提高,学科馆员应发挥图书馆数据资源组织、数据挖掘与知识发现的优势,为用户构建学科领域数据环境,支撑用户把握学科领域发展态势,准确分析前沿科学问题、学科交叉增长点以及关系国民经济、国家需求、人民生命健康的关键核心技术问题。

1.4 原始创新和核心技术攻关备受关注

习近平总书记强调,要把原始创新能力提升摆在更加突出的位置,努力实现更多从“0 到 1”的突破。现阶段,我国科技创新从跟跑逐步进入到并跑和领跑并存的新阶段^[12]。量子通信、高温超导、高速铁路为代表的一些领域已逼近或进入到无人领航、无人跟随的科技“无人区”^[13]。但同时我国仍有许多领域面临关键核心技术缺失的“卡脖子”问题。2019 年,中国工程院对 26 类有代表性的制造业产业进行国际比较分析,结果显示,有 2 类产业对外依赖度高,有 8 类产业对外依赖度极高^[14]。习总书记强调必须下苦功夫掌握关键核心技术,中科院也明确将“卡脖子”问题和国外出口管制清单转化为任务清单^[15]。学科馆员一方面要通过数据挖掘,开展前瞻性的技术预测分析、颠覆性技术识别等新型知识服务,支撑“0 到 1”的原始创新,另一方面也要跟踪、监测和扫描产业链技术发展动向、进出口数据、出口管制清单数据,识别潜在的“卡脖子”技术,密切跟踪关键核心技术发展态势,为“卡脖子”技术攻关提供跟随式情报服务。

2 学科馆员 3.0 内涵

学科馆员 3.0 是图书馆为适应大数据环境下用户需求变化而做出的一项创新性探索,是以数据驱动为主要特征、以多源数据为服务基础、以大数据技术应用为依托的新一代学科馆员。目的是为科技创新提供数据为起点的知识服务,构建符合数据科研新范式的知识服务体系,在支撑科技创新中发挥重要作用。

2.1 以数据驱动为主要特征

数据驱动是指通过对数据的获取、分析与处理的方式达成目标,并开拓新需求的新型思维方式^[16]。从情报学角度来看,数据驱动是通过信息技术将数据进行采集,并对数据进行组织形成信息,之后根据问题对信息进行整合、提炼和分析的知识发现方法。学科馆员 3.0 与学科馆员 2.0 最显著的区别在于,学科馆员 3.0 依托大数据和大数据处理技术为用户提供数据驱动的知识服务。IDC 发布的《数据时代 2025》报告显示,全球每年产生的数据将从 2018 年的 33ZB 增长到 2025 年的 175ZB^[17],且随着人工智能技术的不断进步,大数据采集、处理、存储与管理以及分析和挖掘技术不断取得突破。数据量的快速增长以及大数据技术的不断突破为学科馆员 3.0 开展数据驱动的知识服务提供了数据基础和技术保障。

国内外机构已在数据驱动的知识服务方面开展了大量的理论与实践研究。在基于数据驱动的知识发现方面,兰德公司建设有 14 大类 348 个数据库,2018 年,其数据科学、数据库及数据采集、分析、处理和数据挖掘项目共计 163 个,占其所有项目的 70%^[18]。美国国家医学图书馆(NLM)在《NLM2017—2027 战略规划:一个生物医学发现和驱动健康的平台》中明确提出将 NLM 建设为“生物医学发现和驱动健康的平台”,未来的行动目标涵盖数据挖掘、数据可视化与知识发现、开放数据政策制定以及数据素养能力培养等内容^[19]。中国科学院文献情报中心建立了能源大数据知识服务平台、干细胞领域知识发现平台,开展相关领域数据的采集、保存以及挖掘和分析。同时,数据科学理论与方法也为数据驱动的学科服务提供了理论支持。潘教峰等^[20]提出了智库 DIIS 三维理论模型,从“收集数据-揭示信息-综合研判-形成方案”(Data-Information-Intelligence-Solution)的视角对智库研究方法论进行深入思考,并应用于实践。吴雅威等^[21]利用多源数据和智能技术构建了包括智库课题研究过程分析、智库需求感知、数据驱动的智慧数据服务等内容在内的智慧数据服务模式。王益成等^[22]提出了多源数据驱动科技情报智慧服务模式,包括用户需求感知、利用人工智能技术分析获取智慧情报内容、根据用户所处场景实现场景化服务推送等。

在面向科研用户的科学数据管理服务方面,《欧洲研究图书馆协会 2018—2022 发展战略报告》提出,支持科学数据管理,开展数据存储、发布、数据关联以及数据管理标准和规范的建设,促使研究型图书馆在数据治理和知识本体管理中发挥引领作用。2017—2018 年,联机计算机图书馆中心(OCLC)发布《科研数据管理的现实》研究报告,将学术图书馆的研究数据服务分为数据素养教育(Education)、专业知识服务(Expertise)和数据监护支持(Curation)三类^[23]。据欧洲研究图书馆 2016 年调查,欧洲 119 所高校图书馆有 66.3%的图书馆参与科学数据管理政策与规划的制定,40.9%制定了科学数据管理政策,31.9%直接参与科研项目的数据管理^[24]。美国研究图书馆 2018 年的调查结果显示,美国排名前 50 名的高校图书馆中有 46 所提供科学数据规划服务^[25]。相对而言,我国高校或研究型图书馆开展科学数据管理服务较少,仅北京大学图书馆、武汉大学图书馆、复旦大学图书馆、中国科学院文献情报中心等少数图书馆有提供或开展过相关服务。

国内外机构开展的相关研究与探索为学科馆员 3.0 开展数据驱动的知识服务提供了理论基础和实践经验,值得学科馆员借鉴。科研用户的知识服务需求主要包括全面了解学科领域发展态势、准确把握自身科研家底以及科学数据的管理和利用。因此,学科馆员 3.0 应重点围绕上述需求开展两方面工作。一是围绕科研一线对于文本型数据(科技文献、政策、规划等)、事实型数据(投入、产出等)、本底型数据(项目、人才、科技影响力等)的需求,开展多源数据的监测、保存、管理和分析,并基于科技创新需求,开展数据支撑决策、数据支持科研的情报理论、方法研究和服务模式探索,为用户提供数据-信息-情报-解决方案的多维知识服务。二是以科学数据管理需求为牵引,围绕重大项目数据管理生命周期,聚焦数据发布(Publish)、发现(Discover)、再利用(Reuse)、再生产(Reproduce)和数据引用(Citation),开展数据规划、数据标准、数据分析、数据共享及数据素养理论、方法研究和实践探索,构建符合数据科研新范式的科学数据服务体系。

2.2 以多源数据为服务基础

科研用户关注的学科领域发展态势、科研机构竞争力以及科学数据的管理和利用均是以数据为基础的。基于此需求,学科馆员 3.0 需要关注的数据类型主要包括三类:能够反映学科领域发展态势的全景数据、能够反映机构科研影响力的本底数据、本领域可共享的科学数据。

2.2.1 学科领域全景数据

学科领域全景数据是指能够勾勒学科领域现状和特征的各项数据。如学科领域政策规划、投入产出、机构人

员、期刊会议、设施平台以及科技文献等数据。学科领域全景数据对于了解学科领域发展动态和发展趋势，发现研究前沿、研究热点和关键核心技术，分析学科竞争态势具有重要意义。根据学科领域的差异，数据类型和数据量也会存在较大差异，在构建学科领域全景数据时，可结合服务用户机构所属学科领域特色，有针对性选择数据类型。学科领域全景数据通常是动态变化的，且数据较为分散，在用户有需求时，很难快速找到数据源并在短时间内对相关数据进行全面准确检索和系统分析。因此，对于学科领域全景数据进行长期的动态监测、科学的管理和保存，形成数据积累就显得格外重要。

2.2.2 科研机构本底数据

科研机构本底数据是指大学、科研机构、重点实验室在科学研究中产出的或者能表征其科研家底或科研水平的数据，主要包括其科技论文、专利、人才、奖项、项目等基础数据以及高被引论文、学科排名等科技影响力指标。科研机构本底数据对于科研机构了解优化学科布局、评估机构影响力与发展趋势、评价科研投入产出效率、开展科技绩效奖励等工作具有重要支撑作用。由于科研机构本底数据也属于动态变化的数据，科技决策者、科研管理部门用户在需要了解本机构各项数据时，通常需要到文献数据库、专利数据库、项目数据库以及公开网页去检索和查询，且因用户制定的检索策略不同，检索结果也存在一定的差异，既影响了数据的准确性，同时也降低了效率。因此，学科馆员应主动对所服务机构的本底数据进行采集、保存、清洗和动态更新，以高效、精准应对用户需求。

2.2.3 科学数据

科学数据是科学研究过程中产生的事实型、观察型和实验型数据，如测试数据、观测数据、勘探数据、调研数据等^[26]。科学数据因学科领域不同、获取方法不同，其数据的形式多种多样，数据格式也各不相同，因此，科学数据管理需求也具有较强的个性化^[27]。通常情况下，科学数据主要由各课题组自己保存和使用，而课题组一般不具备科学数据管理的能力，导致多数的科学数据难以得到有效的存储、管理和共享，数据的价值也未能获得有效开发和利用^[28]。因此，科研人员需要专业人员协助自己管理好科研过程中产生的数据，同时也需要发现本领域内其他机构产出的数据，并对数据有效组织，以辅助于自己的科学研究。2018年，国务院办公厅印发《科学数据管理办法》，支持科学数据的采集生产、加工整理、开放共享和管理使用^[29]。这一政策发布，为图书馆开展科学数据管理服务创造了更加有利的政策环境。学科馆员应主动提升自身科学数据管理能力，嵌入科学数据管理过程，为科学数据的整编、存储、共享及利用提供支撑。

2.3 以大数据技术应用为依托

学科馆员 3.0 离不开信息技术支撑，其中主要的技术环节包括数据自动采集、数据预处理与结构化、数据存储及管理、数据分析及挖掘、数据可视化和应用等。学科馆员一般具有与服务对象相关的学科背景，在学科领域数据源、元数据标识、数据类型、数据统计和分析、数据软件使用、数据关联文献挖掘等方面具有专业优势，对用户需求能够准确理解和把握。但不足的是学科馆员对信息技术和大数据相关技术不甚了解，同时，技术开发人员对学科领域数据情况和用户需求的理解也存在一定困难。因此，学科馆员需与技术开发人员充分沟通，明确分工和 workflows，发挥各自优势，协同构建面向不同学科、不同场景的数据服务体系，支撑学科馆员开展数据驱动的知识服务，具体分工协作如表 1 所示。

表 1 学科馆员与技术开发人员的分工协作

	优势	劣势	分工
学科馆员	具有学科背景，对学科领域数据情况较为熟悉	对信息技术、大数据处理技术不了解	负责数据源的收集、元数据标识的建立、数据分析模型的构建、数据分析指标的设计、数据服务平台功能的设计、数据关联文献的检索等
技术开发人员	具有信息系统开发能力、大数据处理能力	对用户需求不掌握，对学科领域的数据不了解	协同学科馆员按照用户需求，开发数据服务平台，实现数据的自动采集、数据管理、数据分析和数据自动分析、数据展示和数据利用

3 学科馆员 3.0 服务体系构建

学科馆员 3.0 的主要服务是依托数据构建知识服务体系,重点开展数据支持科技决策、科研管理和科研过程的知识服务。科技决策、科研管理和科研过程的需求主要包括以下四个方面:一是决策、管理和科研人员对于学科领域发展态势、前沿技术和关键技术识别的需求;二是决策和管理者对于机构科技成果统计、科研竞争力分析等机构本底情报服务的需求;三是科研人员对数据采集、处理、存储和共享以及数据利用的需求;四是科研人员对于自身数据素养能力提升的需求。因此,学科馆员 3.0 应重点构建学科领域全景数据情报服务、科研机构本底数据情报服务、科学数据管理与数据情报服务并拓展数据素养培训服务。

3.1 学科领域全景数据情报服务

以科研用户所属重点学科领域为对象,采集领域科技政策、科技计划、科技项目、工程示范、产业发展、科技奖项和重要科技进步等文本型数据、领域重要事实性数据、图片视频类数据,并对数据进行清洗、去噪、结构化,实现数据关联,建立学科领域数据平台,并通过文本挖掘、聚类分析展示领域发展态势(图1)。在此基础上,结合科技决策者、科研管理专家、战略科学家和科研人员等专家智慧,对情报信息进行揭示,建立以科技动态扫描跟踪、科技评估评价、学科态势分析、前沿热点分析、知识产权分析、产业技术分析、关键技术识别等情报产品为主的服务体系,在科研用户的科技战略布局、科技规划制定、学科布局、科学研究和成果转化工作中提供情报支撑。学科馆员通过学科服务网站、微信公众号、邮箱将科技动态信息定期发送给服务对象或者行业用户,持续在行业产生影响力。有了学科领域数据的长期跟踪、保存和信息揭示,接到用户决策、管理和科研的实际需求时,学科服务团队可以快速完成所需数据的检索、抽取、统计分析,结合专家判断,个性化提供各类情报分析报告。学科馆员开展学科领域全景数据情报服务,既可以提升服务效率,又可以增强知识服务的深度,获得用户认可。



图1 数据驱动的学科领域全景数据服务体系

3.2 科研机构本底数据情报服务

针对服务目标机构的论文数据、专利数据、人才数据、项目数据、重大奖项、基本科学指标 (Essential Science Indicators, 简称 ESI) 数据、高被引论文、自然指数排行等机构特征本底数据进行长期监测、保存和管理, 实现数据的有效汇聚和组织, 构建机构本底数据库, 结合数据挖掘、可视化等技术, 实现机构各项科技特征指标的展示。学科服务团队基于机构本底数据, 结合机构在规划编制、评估评价、人才发展和学科态势分析的需求, 可从机构本底数据库中精准提取所需数据, 结合文献计量、知识图谱等技术和方法, 开展科技成果统计分析、重点实验室/学科影响力评估、人才学术影响力分析、科技奖励统计分析、机构学科发展态势分析、知识产权分析以及课题组学术产出或绩效评价等情报研究与服务, 为研究所决策、管理、成果转化、人才引进提供支撑, 如图 2 所示。

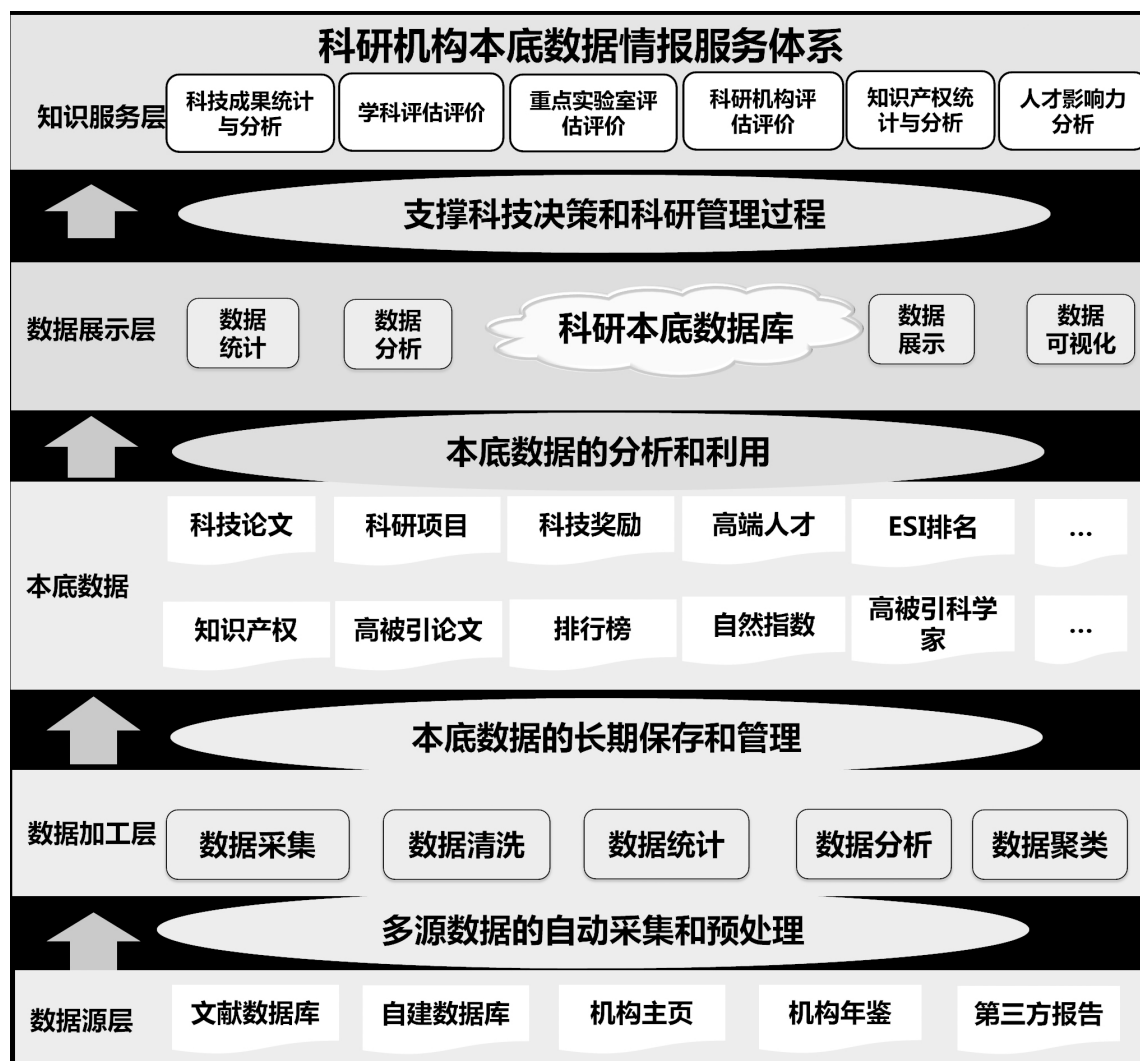


图 2 数据驱动的科研机构本底数据情报服务体系

3.3 科学数据管理与数据情报服务

科学数据管理主要包括对实验数据、采样数据、观测数据等数据的整编、规范、标引、分析、可视化及共享。学科馆员在支持科学数据管理过程中可以开展两方面工作。一是开展科学数据管理支持服务, 基于科技文献数据, 开展文献中科学数据的挖掘、抽取和整编, 协同课题组开展科学数据的清洗、关联和标引工作, 并依托技术开发团队建设科学数据管理平台, 为科学数据存储、检索、分析、可视化以及数据发布共享提供技术支撑。二是开展数据情报支持服务, 系统收集国内外同领域数据库建设的政策制度、发展规划、开放基金项目、法律法规、技术标准规范等领域特色信息, 协同课题组开展科学数据政策制定、规划编制、标准和规范建立以及运行和管理机制研究。针对已运行的科学数据库资源类型和数据体量、技术服务和交流合作情况, 与国内外同领域科学数据库进

行比对分析,分析目标科学数据库在本学科的影响力。如图3所示。

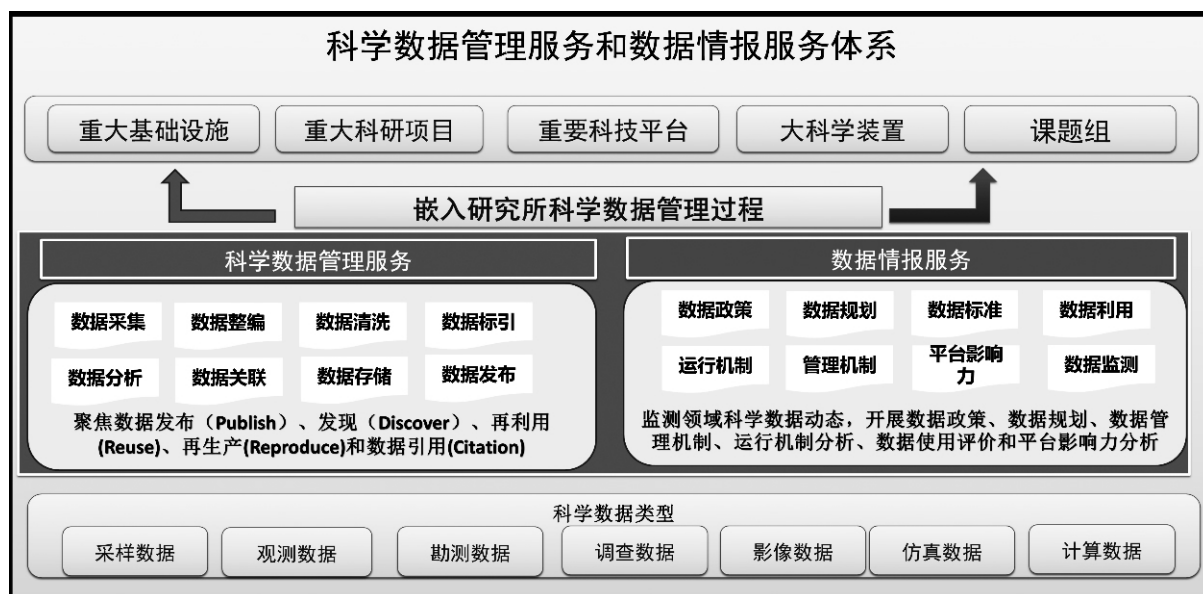


图3 科学数据管理服务体系

3.4 数据素养教育与培训服务

数据驱动时代和新型科研范式需要提高科研人员的数据素养。继信息素养、数字素养后,数据素养成为新兴概念被图书馆界提出并逐步受到重视。许多图书馆将信息素养纳入到其发展规划中,如:新加坡国立大学图书馆在其《新加坡国立大学图书馆的未来2017—2020:回顾过去,拥抱未来》规划中提出,图书馆应与相关部门合作提升学生和教职工的数字技能和数据素养;美国国家医学图书馆在其《NLM2017—2027战略规划:一个生物医学发现和驱动健康的平台》中提出,NLM将致力于科学与数据素养的培养,重点培养生物医学信息学研究人员、数据科学家与信息专家^[18]。目前,国外大学图书馆已经构建了相对成熟的数据素养服务体系,面向本科生、研究生、科研人员、社会从业人员和网络用户,开展数据创建、数据处理、数据分析、数据保存、提供数据入口和数据重用等方面的培训,并建立相应的教学形式和评价机制^[30]。如表2所示,数据素养教育服务主要包括3个方面:数据意识,即培养用户对数据基本知识、数据科学的认识和理解;数据技能,培养在特定学科领域内查找、管理、利用与共享数据以及利用数据资源发现问题、分析问题与解决问题的能力;数据伦理,使用数据要注意数据的隐私及使用范围和边界。

表2 数据素养教育服务及课程案例

类型	内容	课程名称
数据意识	培养用户对数据基本知识、数据科学的认识和理解	《开放数据与开放资源》 《预印本与开放科学》 《数据共享与数据出版》 《科学数据共享与利用》
数据技能	培养在特定专业领域内查找、管理、利用与共享数据的能力;利用数据资源发现问题、分析问题与解决问题的能力	《重点领域数据获取与利用》 《数据可视化分析软件的使用》 《数据仓储和数据管理工具使用》 《数据检索技巧》 《数据处理软件的使用》
数据伦理	使用数据要注意数据的隐私及使用范围和边界	《数据共享与数据隐私》 《数据的合理使用规范》

4 结语

在大数据时代,数据科学快速发展,为学科馆员开展数据驱动的知识服务提供了良好的发展环境。本文提出“学科馆员 3.0 以数据驱动为主要特征”的观点,并探讨了学科馆员 3.0 产生的背景、内涵及其服务体系。重点探讨了数据驱动的学科领域全景数据情报服务体系、科研机构本底数据情报服务体系、科学数据管理与数据情报服务体系、数据素养培训服务体系,为学科馆员适应大数据时代用户需求提供了新路径。未来,第三代学科馆员如何高效地协同信息技术人员、科研一线人员,将是学科馆员开展数据驱动的知识服务研究需要解决的重点问题之一。

注释

- [1] 阙宁南. 高校图书馆第二代学科馆员服务模式的发展[J]. 图书情报工作, 2013 (S1): 131-133.
- [2] 初景利, 张冬荣. 第二代学科馆员与学科化服务[J]. 图书情报工作, 2008 (2): 6-10, 68.
- [3] 王世伟. 数据驱动的时代特征与图情教育的创新转型[J]. 图书情报知识, 2016 (1): 15-20.
- [4] 吴建中. 推进开放数据助力开放科学[J]. 图书馆杂志, 2018 (2): 4-10.
- [5] 张国庆, 李亦学, 王泽峰, 等. 生物医学大数据发展的新挑战与趋势[J]. 中国科学院院刊, 2018 (8): 853-860.
- [6] Mauro Garofalo, Alessio Botta, Giorgio Ventre. Astrophysics and Big Data: Challenges, Methods, and Tools [J]. Proceedings of the International Astronomical Union, 2017 (S325): 345-348.
- [7] 张保华. 基于智能优化算法的材料大数据处理研究[J]. 材料保护, 2020 (8): 191.
- [8] Reichstein M, Camps-Valls G, Stevens B, et al. Deep Learning and Process Understanding for Data-Driven Earth System Science [J]. Nature, 2019 (566): 195-204.
- [9] 何亚丽, 赵庆香, 肖鹏. 数据驱动时代的图书馆战略规划及其实施策略[J]. 图书馆论坛, 2020 (11): 98-104.
- [10] Else H. How a Torrent of COVID Science Changed Research Publishing — in Seven Charts [J]. Nature, 2020 (7839): 553-553.
- [11] 吴朝晖, 赵婀娜. 以学科交叉融合服务国家战略需求[N]. 人民日报, 2020-11-04 (12).
- [12] 贾婧. 大突破日新月异抢占产业高地[N]. 科技日报, 2012-07-08 (9).
- [13] 曾建勋. “十四五”期间我国科技情报事业的发展思考[J]. 情报理论与实践, 2021 (1): 1-7.
- [14] 张乐. 中国制造业产业链发展历程及未来变革[J]. 中国经济评论, 2021 (2): 92-95.
- [15] 本刊综合. 打响“卡脖子”技术攻坚战[J]. 发明与创新(大科技), 2020 (10): 16-19.
- [16] 李岩, 滕云, 冷欧阳, 等. 数据驱动的输电线路在线监测装置可靠性评估[J]. 中国电机工程学报, 2018 (15): 4410-4419, 4641.
- [17] None. IDC 携手希捷发布白皮书: 2025 年中国将以 48.6ZB 拥有全球最大数据圈[J]. 计算机应用文摘, 2019 (7): 6-7.
- [18] 勇美菁, 钟永恒, 刘佳, 等. 支撑兰德公司的智库数据体系建设研究[J]. 情报理论与实践, 2019 (9): 69-75.
- [19] 赵栋祥. 《美国国家医学图书馆战略规划: 2017-2027》的解读与启示[J]. 图书情报工作, 2019 (5): 138-146.
- [20] 潘敦峰, 杨国梁, 刘慧晖. 智库 DIIS 三维理论模型[J]. 中国科学院院刊, 2018 (12): 1366-1373.
- [21] 吴雅威, 张向先, 闫伟, 等. 面向智库建设的智慧数据服务模式研究[J/OL]. 情报理论与实践: 1-12 [2021-05-03]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1762.G3.20210223.1412.002.html>.
- [22] 王益成, 王萍. 数据驱动科技情报智慧服务模式研究[J]. 情报理论与实践, 2021 (4): 60-66, 88.
- [23] 孟祥保, 张璇. OCLC《科研数据管理的现实》系列报告解读与启示[J]. 图书情报工作, 2019 (7): 38-46.
- [24] 陈媛媛, 柯平. 《欧洲学术研究图书馆科研数据服务》调查对我国高校图书馆科研数据服务的启示[J]. 图书情报工作, 2017 (6): 73-78.
- [25] 崔英姬, 沈洪杰, 夏烨, 等. 美国高校图书馆研究数据管理服务调研及启示[J]. 现代情报, 2018 (7): 122-127.
- [26] 魏悦, 刘桂锋. 英国高校科研数据管理政策内容调查及启示[J]. 图书情报研究, 2016 (4): 35-44.
- [27] 赵华, 王健. 国内外科学数据元数据标准及内容分析[J]. 情报探索, 2015 (2): 21-24, 30.
- [28] 赵瑞雪, 赵华, 郑建华, 等. 科研机构科学数据管理实践与展望[J]. 农业大数据学报, 2019 (4): 65-75.
- [29] 邢文明, 洪程. 开放为常态, 不开放为例外——解读《科学数据管理办法》中的科学数据共享与利用[J]. 图书馆论坛, 2019 (1): 117-124.
- [30] 张长亮, 王晨晓, 李竟彤. 大数据时代中美高校数据素养教育比较研究[J]. 情报理论与实践, 2019 (8): 131-137.

赵晏强 武汉文献情报中心, 科技大数据湖北省重点实验室副研究馆员, 硕士。研究方向: 学科情报研究与服务。

周伯柱 武汉文献情报中心, 科技大数据湖北省重点实验室副研究馆员, 硕士。研究方向: 工程技术学科服务。