中国科技资源导刊 ISSN 1674-1544
2022 年 1 月 第 54 卷第 1 期 89-96

CHINA SCIENCE & TECHNOLOGY RESOURCES REVIEW
ISSN 1674-1544 Vol.54 No.1 89-96, Jan. 2022

大数据开放背景下的我国空间科学数据出版实践

袁雅琴 [1,2] 胡晓彦 [1,2] 佟继周 [1,2] 邹自明 [1,2]
（1. 中国科学院国家空间科学中心，北京 100190；2. 国家空间科学数据中心，北京 100190）

摘要：阐述国内外数据开放共享与出版背景，分析我国的科学数据出版现状，探讨我国国家空间科学数据中心的科学数据出版实践，提出科学数据出版中存在的大部分期刊尚未对论文数据做出要求、数据利益相关者积极性不高、缺乏数据权益保护机制、数据仓储的国际认可度低且经费存在可持续等问题，并针对这些问题提出相应的建议。

关键词：科学数据；数据共享；数据出版；出版模式；空间科学

DOI：10.3772/j.issn.1674-1544.2022.01.011 **CSTR：**15994.14.issn.1674-1544.2022.01.011

中图分类号：G230.7；G239.2 **文献标识码：**A

Practice of Space Science Data Publishing in China under the Open Background

YUAN Yaqin[1,2], HU Xiaoyan[1,2], TONG Jizhou[1,2], ZOU Ziming[1,2]
(1.National Space Science Center, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190; 2. National Space Science Data Center, Beijing 100190)

Abstract: This paper explains the background of data open sharing and publishing at home and abroad, analyzes the current situation of scientific data publishing in China, discusses the National Spatial Science Data Center of China The problems of scientific data publishing, such as most journals have not yet made requirements for paper data, data stakeholders' enthusiasm, lack of data rights protection mechanism, low international recognition of data warehousing and financial sustainability, are presented. The problems of scientific data publishing, such as most journals have not yet made requirements for paper data, data stakeholders' enthusiasm, lack of data rights protection mechanism, low international recognition and sustainable funding of data warehousing, etc., and put forward corresponding suggestions for these problems.

Keywords: data science,data sharing, data publication, publishing model, space science

0 引言

继实验验证、归纳推演和计算模拟科学范式之后，数据密集型科学研究成为科学研究范式第四范式[1]。科学研究越来越取决于对科学数据的积累，以及对数据进行分析，提取出有价值的内容转换为信息和知识的能力[2]，前沿科学领域的突破也是更多地依赖于对科学数据的收集、整理、挖掘、分析和利用。在全球大数据开放背景下，科学数据的开放共享既能避免重复实验和研

作者简介：**袁雅琴**（1988—），女，中国科学院国家空间科学中心助理研究员，研究方向为数据出版；**胡晓彦**（1987—），女，中国科学院国家空间科学中心副研究员，研究方向为空间科学数据汇交与应用；**佟继周**（1976—），女，中国科学院国家空间科学中心副研究员，研究方向为空间科学数据管理（通信作者）；**邹自明**（1971—），男，中国科学院国家科学中心副主任，研究员，国家空间科学数据中心主任，研究方向为科学数据管理、数据标准研究。

基金项目：中国科学院“十四五”网络安全和信息化专项“中国科学院空间科学数据中心能力建设项目”（WX145XQ07-06）。

收稿时间：2021 年 10 月 8 日。

究造成的浪费，缩短研究周期，打破科学垄断，解决“学术孤岛”等问题[3]，也能促进海量数据的持续、有序积累，提升数据的质量，实现科学数据价值最大化。在科学数据开放共享过程中，为了保护科研人员的劳动成果和共享的积极性，提出了科学数据出版的概念，主要目的是在科学数据开放共享过程中保护科学数据生产者的有关利益（如著作权和所有权）[4–5]。

随着全球数据开放共享的不断推进，数据出版受到学术界、出版界、图情界和国际数据组织等的广泛关注，开展了很多有益的研讨、实践，但目前尚未形成一个各界所认可的准确而统一的定义[5–6]。在众多的数据出版定义中，笔者比较认同孔丽华等[7]给出的定义，即“数据出版（Data Publishing）是指按照一定的规则通过相关受认可的平台发布科研数据集，使得用户可以发现、获取、应用、引用这些数据集”。

本文将在阐述国内外数据开放共享与出版背景以及科学数据出版的基础上，探讨我国空间科学数据出版实践，分析存在的问题，提出相应的对策建议，为我国科学数据共享和出版发展提供参考。

1　国内外数据开放共享与出版背景

在共享政策方面，美国和欧洲发达国家已逐步形成了体系较为健全的数据政策和法规，不仅有指导长远发展的宏观政策，还有解决在实践中遇到的具体问题的微观政策[8]。如2018年12月，美国国会正式通过《开放政府数据法案》（Foundations for Evidence-Based Policymaking Act of 2017），要求美国所有的政府机构主动公开其拥有的除涉及国家安全的公共数据，并设立专门的网站用于开放此类数据，对于公开的数据需满足机器可读、可检索等格式要求[8–9]；2016年4月，欧洲议会通过了《通用数据保护法案》（General Data Protection Regulation），为维护数据安全、保护用户隐私提供法律保障[10]；2016年10月，法国《数字共和国法案》（the French Digital Republic Act）正式生效，该法案的第一部分为法国的开放式数据政策设立了基本的框架，所有的公共数据将会被默认为公开、免费的[8]。

在国际组织方面，国际科学理事会（ICSU）、世界数据系统（WDS）、国际科技数据委员会（CODATA）等研究制定了特定的数据政策并在各界进行了推广和使用，在推动全球的数据管理和数据开放共享方面取得了瞩目的成绩。如WDS联合90多个国际组织于2018年11月共同签署了《赋能FAIR数据承诺声明》（Enabling FAIR Data Commitment Statement），确定了不同国家不同利益相关者共同支持数据的FAIR原则，即可发现（Findable）、可获取（Accessible）、可互操作（Interoperable）、可重用（Reusable）[11]。

在国际学术出版界方面，许多出版商制定了分类分级、逐步加强的数据共享政策，鼓励或要求作者提供数据可获取性声明，并在论文中引用数据集[7]。以Springer Nature、Elsevier、Wiley为例，这些国际出版集团均面向不同期刊有步骤地逐步推行了数据共享政策，并与Figshare、Dryad等国际数据仓储进行合作，或自行开发了Mendeley等数据仓储平台。AGU则对旗下所有期刊均要求论文关联数据需存放在可信任的且遵循FAIR原则的数据仓储。同时，出版集团也推出了专注于数据论文出版的期刊，如《Scientific Data》《Data in brief》《Geoscience Data Journal》等。

在我国，近年来陆续发布了科学数据管理、科学数据开放共享的相关政策，良性的开放共享生态环境正在逐步建立。2015年8月，国务院印发的《促进大数据发展行动纲要》[12]明确提出“积极推动由国家公共财政支持的公益性科研活动获取和产生的科学数据逐步开放共享”。2018年2月，国家出台的《国家科技资源共享服务平台管理办法》[13]进一步明确了各类科技资源共享服务平台的数据共享职责与任务。2018年3月，国务院办公厅印发的《科学数据管理办法》[14]提出“主管部门和法人单位应积极推动科学数据出版和传播工作，支持科研人员整理发表产权清晰、准确完整、共享价值高的科学数据”，并要

求“科学数据使用者应遵守知识产权相关规定，在论文发表、专利申请、专著出版等工作中注明所使用和参考引用的科学数据”。该办法的出台成为了我国科学数据开放共享史上新的里程碑。2019 年 2 月，中国科学院发布的《中国科学院科学数据管理与开放共享办法（试行）》[15]对中国科学院科学数据管理与开放共享的总体原则、职责分工、管理要求、保障机制及安全保密等作了制度规范，要求内容包括数据汇交及审核管理、数据共享的规范，以及共享服务等方面，为进一步加强科学数据管理、提高科学数据开放共享水平提供了制度规范。

为了进一步落实《科学数据管理办法》和《国家科技资源共享服务平台管理办法》的要求，2019 年 6 月，科技部、财政部对原有国家数据资源平台开展了优化调整工作，形成了 20 个国家科学数据中心[2, 16]，涵盖了生命科学、天文学、空间科学、地球科学、物理学等学科领域。国家科学数据中心是我国科学数据管理和开放共享服务的重要平台[2]，重点开展科学数据的汇交、整合和管理等工作，面向全社会提供共享服务。近年来，国内学术出版界也推出了专门发表数据论文的数据期刊。如中国科学院计算机网络信息中心和ISC CODATA中国全国委员会于 2016 年联合创办了目前国内唯一的专门面向多学科领域科学数据出版的学术期刊《中国科学数据》（China Scientific Data）[17]，中国科学院地理科学与资源研究所和中国地理学会等于 2017 年联合创办了元数据、实体数据和数据论文关联一体出版的《全球变化数据学报》等，为我国数据共享提供了新的模式。

2 科学数据出版模式

科学数据出版的形式日益多样化，但大体上可归纳为学术论文关联出版、数据仓储平台出版、数据论文出版等 3 种[7]。其中，学术论文关联出版是指学术期刊与数据仓储合作，期刊负责学术论文的出版，数据仓储平台负责数据的存储、获取和共享服务[18]，论文与数据之间通过唯一标识符如DOI进行互关联；独立数据出版是指将数据存储在数据仓储平台，该平台以机器可读、可检索和可使用的形式对数据进行发布；数据论文出版指数据生产者按照一定的论文结构对数据进行描述，遵循传统的学术出版流程，将数据论文进行发表，以帮助读者更好地获取、理解和使用该数据。

2.1 学术论文关联出版

在传统的学术出版过程中，出版商往往关注于学术论文本身，而忽视支撑论文研究的原始数据。论文出版后，原始数据往往只存在于作者个人手中，虽然部分期刊将数据作为论文附件一同出版，但受篇幅等限制，很难全部出版。随着大数据开放时代和科研第四范式的到来，学术论文的原始数据越来越受到重视。论文关联数据的公开出版不仅能最大程度地避免学术不端、提升研究成果的信任度，而且能让其他科研工作者“站在巨人肩膀上”开展新的研究和创新。因此，学术论文和数据关联出版的模式应运而生。

该模式的出版涉及期刊和数据仓储两个主体，通过论文和数据的永久标识符（如DOI）实现两者的互关联。其流程通常为：期刊对论文关联数据的公开获取做出明确要求，并给出可信任的数据仓储列表或对数据仓储的基本要求；作者在该期刊提交论文的同时，选择符合期刊要求的数据仓储提交数据，数据仓储为该数据提供唯一标识符，通常情况下为DOI；作者在论文中通过数据DOI引用该数据，在数据仓储平台发布页面插入该论文的DOI，这样就实现了论文和数据的互关联。

该模式在国外已普遍实施，如爱思唯尔（ELESVIER）已对其期刊实施了《数据引用原则联合声明》[19]，这意味着作者需要将数据引用到论文的参考文献列表中且在论文中提供数据的可用性说明。同时，为了帮助作者更加方便快捷地共享论文数据，爱思唯尔也建立了一个通用性的数据仓储Mendeley Data，为用户提供了数据DOI分配、永久保存和开放获取服务。斯普林格（Springer Nature）则对其期刊实施了 4 个等

级的数据共享政策，从鼓励作者共享其数据到强制共享和引用数据[20]。斯普林格也在其网站上给出了其所信任的数据仓储列表，作者在发表论文时，需从该列表中选择相关仓储进行数据的关联出版。

在我国，论文数据的关联出版仍然处于发展的早期，大多数期刊仍属于传统出版模式，但少数先行者已开始进行论文数据关联出版的有益尝试，如《数据分析与知识发现》于2016年开始，要求所有作者在发表论文时一并提交论文研究中所使用的自主数据，并以适当方式共享该数据[21]。《中华外科杂志》于2016年发布《关于在投稿时提供原始研究资料的通知》，明确提出作者提交稿件的同时必须提供相应的原始资料，并在2017年发布了《已发表文章结论支撑原始数据的补偿性/奖励性数据共享通知》，明确表明“为了响应国家大数据战略，促进科学数据共享，减少重复研究，最大限度地发挥发表文章的数据作用，《中华外科杂志》和《中华肿瘤杂志》与国家人口与健康科学数据共享平台肿瘤专题服务网络共享平台合作，进行文章原始数据的收集与发布”[22]。

2.2　数据仓储平台出版

数据仓储平台出版一般是指独立的数据出版。数据所有者或项目团队按要求将数据存放到指定的或自主选择的仓储平台。我国《科学数据管理办法》中要求“政府预算资金资助的各级科技计划（专项、基金等）项目所形成的科学数据，应由项目牵头单位汇交到相关科学数据中心”，该办法为我国的项目数据独立出版奠定了基础。一般而言，数据所有者在提交数据时，除数据实体外，还需按照数据仓储平台要求提供元数据和数据说明文档等。仓储平台对数据进行审查、整理和发布，并分配唯一标识符。但需要指出的是，数据仓储可允许数据所有者设置一定的数据保护期，在其保护期内不对外公开此数据。

数据仓储通常分为通用型和领域专业型，如HARVARD DATAVERSE、DRYAD、FIGSHARE、ZENODO[23]以及国内的ScienceDB等都为通用型数据仓储，接受各学科领域的数据；美国国家航空航天局（NASA）、美国国家海洋和达气管理局（NOAA）等相关学科数据中心以及我国国家科学数据中心等均为各领域专业的数据仓储平台。

在数据仓储拥有数量方面，以综合性的全球研究数据存储库注册库re3data.org（REgistry of REsearch data REpositories）为检索库，其收录排名前三的分别为美国（1 134个）、德国（459个）和英国（302个），而中国（62个，含香港和台湾地区的统计数据）排名第11位[24]。在按学科分类进行检索时，生命科学领域的仓储库排名第一[25]。

2.3　数据论文出版

数据论文是大数据开放背景下新的产物，是指对具有进一步研究或分析价值的某个或某类数据集进行全面描述，经过同行评议的并遵从学术发表规范的正式出版物[26]。在数据论文中，描述应足够详细，包括数据的采集处理方法、数据格式说明、数据质量评估方法等，能够使读者更深入地理解数据，并可以重复使用该数据。由于数据论文是需要经过同行评审的，这也提高了公开发表的数据质量。相较于学术论文，数据论文不包含新的研究结论、科研发现或创新性成果[27]。与论文关联出版模式相似的是，数据论文中所描述的数据集也需要在合适的数据仓储进行公开共享，论文和数据通过唯一标识符如DOI实现互关联。

目前，发表数据论文的期刊主要分为两类：一是只出版数据论文[7]，如前文所提及的《Scientific Data》《Data in brief》以及国内的《中国科学数据》《全球变化数据学报》等；二是混合型期刊，一般由传统期刊发展而来，在出版学术论文的同时又接受数据论文的发表[7]，如《CODATA Data Science Journal》《The Astrophysics Journal: Supplement Series》《Research Data Journal for the Humanities and Social Sciences（RDJ）》[26]。所有的数据论文都是开放式访问，不对其他读者有任何限制。

3　我国空间科学数据出版实践

国家空间科学数据中心是科技部、财政部正式认定的中国空间科学领域唯一的国家科学数据中心，属于基础支撑与条件保障类国家科技创新基地。近年来，在国际开放背景趋势下和我国新的数据管理和开放政策环境下，国家空间科学数据中心开展了数据出版的新探索，取得了一定的成效。

3.1　学术论文关联出版

为满足学术论文作者的需求，响应国内外期刊对数据的引用和可公开获取的基本要求，国家空间科学数据中心于 2020 年 2 月推出了中英文双语的空间科学论文数据仓储（Space Science Article Data Repository，SADR）。SADR是一个面向国内外空间科学领域学术期刊论文关联数据的安全存储与共享发布平台，主要面向科研人员、科研期刊等利益相关者，提供论文关联数据的提交、审核、保存、出版、共享和获取等服务。

SADR目前支持两种论文关联数据出版方式。一是在提交数据后即公开出版：①作者在线填写数据元数据信息，包括数据集标题、数据集简介、关键词、学科分类、数据文件类型等，提交数据实体和数据辅助说明文档等；②在数据提交后，SADR向数据集分配唯一标识符，对数据进行完整性审查，给出返修意见或审核通过，在审查通过后随即发布数据集，在发布的同时，唯一标识符将自动注册成功。③作者在待发表的论文中通过唯一标识符引用该数据集或提供数据集的公开访问链接，待数据正式发表后，SADR在该数据集出版页面插入论文信息，通常是论文的唯一标识符或URL链接。二是在提交数据后暂不公开出版：①作者在线填写元数据信息并提交数据实体和辅助说明文档等；②数据提交后，SADR向数据集分配唯一标识符，对数据进行完整性审查；③作者在待发表的论文中通过预分配的唯一标识符引用该数据集并向期刊提供数据集的私有访问链接供同行评议；④待论文发表时或根据期刊具体要求，SADR在约定时间发布该数据集，此时唯一标识符将自动完成注册。

SADR采用Creative Commons系列知识共享许可协议，包括CC0 和CC BY 4.0，在保障作者知识产权的基础上促进了数据的完全公开共享。同时，在数据集出版页面上，SADR推荐了基于唯一标识符的标准数据引用格式，促进科学数据的合规使用，也提供了数据集的访问、下载和引用次数等统计信息。经过不断的实践探索，SADR已形成了完整的“数据提交—数据审核—规范引用—统计分析”的数据出版流程。迄今为止，SADR已公开出版论文关联数据集 35 个，关联论文发表在《Space Weather》《AIP Advance》《JGR》《GRL》《空间科学学报》等国内外期刊上，数据作者来自中国、英国、美国、日本等国家和地区。

3.2　数据仓储平台出版

国家空间科学数据中心数据仓储平台出版的数据主要是由政府预算资金资助的与空间科学领域相关项目所产生的数据，在出版过程中主要涉及项目数据的汇交和项目数据的出版。针对数据的汇交，目前国家空间科学中心采取线下模式进行数据的汇交，“科技计划项目科学数据汇交”线上汇交平台正处于内测阶段，待正式上线后，数据的汇交将由数据提交者自主选择线上或线下汇交方式。针对数据的出版，国家空间科学中心推出了空间科学虚拟观测台（Virtual Space Science Observatory，VSSO），进行数据的出版、数据目录的发布，提供跨学科、分布式数据资源交叉检索与发现服务。

具体出版流程为：①项目团队提交数据实体文件和数据描述信息。其中，描述信息主要指用于描述科学数据来源、处理过程、对象内容、分级定义、格式说明和质量控制情况等方面的配套信息，以元数据、辅助说明文档进行记录。必要时提供用于数据处理、加工和分析的专门辅助工具软件及其属性信息。②国家空间科学数据中心基于相关的标准规范对数据进行形式审查，并适时组织数据专家和学科专家开展数据质量评估活动。若提交的数据存在问题，则将反馈至数据提

交者进行修改。③对最终审核通过后的数据，国家空间科学数据中心对数据进行分类、编目、保存与备份。④对于满足开放共享条件的科学数据，分配和注册了唯一标识符，使数据集实现永久追溯。⑤由数据提交方选择Creative Commons系列中的一种知识共享许可协议后，国家空间科学数据中心采取多渠道方式进行发布，便于用户搜索和发现数据，包括通过VSSO进行元数据信息和数据实体的发布，将数据目录和元数据信息提供给中国科技资源共享网和中国科学院数据云进行发布等。

截至目前，国家空间科学数据中心已完成了近 50 个科技计划项目的汇交，包括国家重大科技专项、国家重点研发计划、国家自然科学基金、中国科学院先导专项等，在线出版数据集 300 余个，在线访问量超亿人次，有效地促进了我国空间科学数据的开放共享。

3.3　数据论文出版

国家空间科学数据中心联合国家空间天气科学中心子午工程办公室，推出了《中国科学数据》子午工程数据专刊，旨在使用户更加深入地了解子午工程数据资源。这也是我国空间科学领域内首次在专业的数据期刊发表数据论文专刊，是国家空间科学数据中心联合工程项目拓展开放共享方式、提高数据影响力的重要手段。此次专刊出版历经了专刊策划、征稿研讨、数据论文写作专题培训、作者投稿、编辑初审、同行评议、确认发表等过程。

具体的出版流程为：①将拟介绍的数据集存储至VSSO，并由VSSO进行公开发布，注册生成数据的DOI号；②按照《中国科学数据》期刊的论文结构要求，撰写数据论文并在规定的时间内在线提交；③数据论文和数据集共同接受期刊组织的同行评议；④在线发表中英文双版的数据论文，并在论文的数据集基本信息介绍表中附上基于DOI标识符生成的数据集访问链接。当用户检索到该数据论文时，则可通过论文了解数据的相关信息，并可访问到数据集的发表页面。

专刊共发表了 14 篇论文，包括 1 篇综述性论文和 13 篇数据论文，详细介绍了子午工程 13 类监测设备产出的 13 种数据集，其介绍内容包括数据的采集处理方法、数据样本描述、数据质量控制和评估以及数据的使用方法或建议等[28]。截至目前，中文版专刊论文共被预览 2 万余次，论文下载量达 300 余次。后续，国家空间科学数据中心将联合更多的项目团队，开展数据论文专刊的撰写和出版，帮助空间科学数据用户更好地了解和使用数据。

3.4　科学数据不同出版模式比较研究

针对 3 种出版模式，笔者进行初步的优势和不足比较分析，见表 1。

4　科学数据出版的问题及建议

结合近年来我国空间科学数据的出版实践经验和实施效果，笔者认为，目前国内数据出版存在着以下问题和挑战：一是国内大多数学术期刊尚未形成论文关联数据公开共享的要求，作者很难自觉地将论文关联数据进行公开出版；二是

表 1　3 种数据出版模式比较分析

出版模式	优势	不足
学术论文关联出版	1.经过论文审稿人的评议，数据质量较高 2.学术论文能帮助用户更好的理解数据	数据比较单一，或是某个数据集中的部分内容，可重用性低
数据仓储平台出版	1.数据齐全、集中，连续性强 2.仓储机构专业性强，有利于数据有效管理、存储和共享服务 3.数据格式规范、质量较高，可重用性高	仓储平台的可持续性受资助方的影响
数据论文出版	1.数据集的说明完整、清晰，有利于用户的理解 2.出版流程统一、规范	1.出版时间较长 2.数据专业性较强，对于综合性期刊，同行评议过程挑战较大 3.较前两者出版模式，出版费用高

国内开放共享的观念尚未成熟，开放共享的生态环境还有待改善，数据所有者和用户对数据出版的积极性不高，而作为两者“桥梁”的数据仓储则相对积极；三是开放共享过程中对知识产权缺乏有效的保护，数据引用机制尚未建立，这也进一步影响了数据所有者开放数据的积极性；四是数据仓储知名度和国际参与度低，大部分数据仓储未被国际知名期刊认可，甚至国内用户对本研究领域内的数据仓储也缺乏认识和了解；五是目前国内数据仓储基于公共财政支持，其平台建设、标准规范的建立、数据保存与日常维护、人员管理等的经费投入十分巨大，且随着数据量的增加、服务的拓展等，其单一的经费投入难以可持续。

本文对上述问题提出了以下建议：一是各出版主体之间应该加强合作，如学习西方主流学术期刊，将数据公开可获取作为一个强制性要求，并与数据仓储合作进行论文关联数据的公开出版等，不仅从数据政策上加强要求，也可以打通双方平台，方便作者一站式完成论文和数据的提交。二是规范科学数据出版要求，逐渐形成完善的数据出版过程中的权益保护机制，保障数据所有者权益，如数据发布时均明确数据出版许可协议、数据使用要求、数据引用规范、提供数据下载和引用统计，将数据共享成果纳入科研人员的成果和贡献度等评价中。三是对标国际数据期刊，大力发展我国的数据期刊，实现从少到多、打造有国际影响力的数据期刊的逐级突破，并同步建立数据专家库，让更多的科研工作者了解数据出版的概念，并自主发表更多的数据论文。当然以上建议的落实离不开国家相关政策的出台，也离不开科学数据出版环节中所有利益相关者的共同推进。

本文仅基于我国空间科学数据共享现状，分析和总结有一定的局限性。相信随着国家数据共享政策的逐步完善，社会共享生态的逐步改善，以及信息技术的不断应用，数据仓储、出版界工作不断推进和创新，我国科学数据共享和出版将迈上新的台阶。

参考文献

[1] TOLLE K M, TANSLEY D, HEY A. The fourth paradigm: data-intensive scientific discovery[J]. Proceedings of the IEEE, 2011, 99(8): 1334-1337.

[2] 王瑞丹, 高孟绪, 石蕾, 等. 对大数据背景下科学数据开放共享的研究与思考[J]. 中国科技资源导刊, 2020, 52(1):1-5,26.

[3] 张贵兰,王健,潘尧,等.科学数据共享服务模式及其演化研究[J/OL].情报理论与实践:1-15[2022-01-12].http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.1762.g3.20210831.1431.002.html.

[4] KLUMP J, BRASE J, DIEPENBROEK M, et al. Data publication in the open access initiative[J]. Zeitschrift Fur Die Gesamte Innere Medizin Und Ihre Grenzgebiete, 2006, 28(9):263.

[5] 吴娜达, 叶雅珍, 朱扬勇. 大数据时代的数据出版[J]. 编辑之友, 2020(11): 31-38.

[6] 吴立宗, 王亮绪, 南卓铜, 等.科学数据出版现状及其体系框架[J]. 遥感技术与应用, 2013, 28(3): 383-390.

[7] 孔丽华, 刁妍, 张晓林.数据出版的趋势、机制与挑战[J].中国科学基金, 2019, 33(3): 237-245.

[8] 杨雅萍, 姜侯, 孙九林.科学数据共享实践: 以国家地球系统科学数据中心为例[J]. 地球信息科学学报, 2020, 22(6): 1358-1369.

[9] 黄如花, 陈闯.美国政府数据开放共享的合作模式[J]. 图书情报工作, 2016(19): 6-14.

[10] 桂畅旎. 欧盟《通用数据保护法案》的影响与对策[J].中国信息安全, 2017 (7): 90-93.

[11] WDS[EB/OL]. (2018-12-3)[2021-10-08].https://www.worlddatasystem.org/files/WDS_Strategic_Plan_2019-2023.pdf/view.

[12] 国务院关于印发促进大数据发展行动纲要的通知[EB/OL].(2015-08-31)[2021-10-08]. http://www.gov.cn/gongbao/content/2015/content_2929345.htm.

[13] 科技部, 财政部.科技部 财政部关于印发《国家科技资源共享服务平台管理办法》的通知[EB/OL]. (2018-02-13) [2018-02-24]. http://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgknr/fgzc/gfxwj/gfxwj2018/201802/t20180224_138207.html.

[14] 国务院办公厅.国务院办公厅关于印发科学数据管理办法的通知[EB/OL]. (2018-02-17) [2018-04-02]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2018-04/02/content_5279272.htm.

[15]《中国科学院科学数据管理与开放共享办法(试行)》

印发[EB/OL]. (2012-02-11)[2021-10-08]. https://www.cas.cn/sygz/ 201902/t20190221_4679910.shtml.
[16] 科技部,财政部.科技部 财政部关于发布国家科技资源共享服务平台优化调整名单的通科[EB/OL] . (2019-06-05) [2019-06-10]. http://www.most.gov.cn/xxgk/xinxifenlei/fdzdgknr/qtwj/qtwj2019/201906/t20190610_147031.html.
[17] 中国科学数据 [EB/OL]. [2021-10-08]. http://www.csdata.org/p/static/33/.
[18] 王卫军,李成赞,郑晓欢,等.全球科学数据出版发展态势分析:基于 Web of Science 数据库的调研[J].中国科学数据:中英文网络版,2021,6(3):262-280.
[19] MARTONE M.Data citation synthesis group: joint declaration of data citation principles[M]. San Diego CA: FORCE11, 2014.
[20] 斯普林格数据共享政策[EB/OL]. [2021-10-08]. https://www.springernature.com/gp/authors/research-data-policy/research-data-policy-types.
[21]《数据分析与知识发现》编辑部支撑数据提交要求[EB/OL]. [2021-10-08]. http://manu44.magtech.com.cn/Jwk_infotech_wk3/fileup/2096-3467/NEWS/20161213090914.pdf.
[22] 中华外科杂志编辑部通知[EB/OL]. (2017-08-15)[2021-10-08]. http://zhwkzz.yiigle.com/notice/index.htm.
[23] Generalist Data Repository Grid[EB/OL].(2020-06-04)[2021-10-08].https://fairsharing.org/collection/GeneralRepositoryComparison.
[24] re3data.org [EB/OL]. [2021-10-08]. https://www.re3data.org/browse/by-country/.
[25] re3data.org [EB/OL]. [2021-10-08]. https://www.re3data.org/browse/by-subject/.
[26] 孔丽华,邵明玥.科学数据出版内容与案例分析[J].科研信息化技术与应用,2018,9(6): 39-46.
[27] 黄国彬,王舒,屈亚杰.科学数据出版模式比较研究[J].大学图书馆学报,2018,36(1): 34-40, 33.
[28] 魏奉思.《国家重大科技基础设施子午工程专题》卷首语[J]. 中国科学数据(中英文网络版), 2021, 6(2): 6.

(上接第88页)

壁垒,能够便捷地推广至其他学科领域,并且通过调整元数据的体系设计和标准规范保证了数据的专业性与学科特色,为数据资源关联发现、综合分析与应用提供保障。

在应用实践活动中,使用了国家空间科学中心公共技术服务中心空间科学数据融合计算平台提供的计算服务。同时,感谢国家科技资源共享服务平台—国家空间科学数据中心(https://www.nssdc.ac.cn)为本文中的实践活动提供的支持。

参考文献

[1] 邹自明,胡晓彦,熊森林,等.空间科学大数据的机遇与挑战 [J]. 中国科学院院刊, 2018(8): 877-883.
[2] 邹自明,佟继周,熊森林,等.大数据时代空间科学领域的科研信息化实践与成果 [J]. 大数据, 2016(6): 83-96.
[3] 国务院办公厅.科学数据管理办法[EB/OL]. (2018-04-02)[2018-06-30]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2018-04/ 02/content_5279272.htm.
[4] KING T, THIEMAN J, ROBERTS D A.SPASE 2.0: a standard data model for space physics[J]. Earth science informatics, 2010, 3: 67-73.
[5] MCMAHON S K.Overview of the Planetary data system [J]. Planetary and space science, 1996, 44 (1): 3-12.
[6] Jet Propulsion Laboratory (JPL). Planetary data system standards reference [M]. California: JPL California Institute of Technology, 2009.
[7] 郑岩,邹自明,佟继周,等.行星科学数据系统(PDS)标准规范的研究 [J].科研信息化技术与应用, 2009(1): 1-8.
[8] 熊森林,邹自明,胡晓彦,等.空间科学数据产品组织模型 [J]. 农业大数据学报, 2019 (4): 30-36.
[9] 佟继周,邹自明,傅衍杰,等.空间科学e-Science应用:空间科学虚拟观测台(VSSO) [J]. 科研信息化与应用, 2011, 2(1): 61-68.
[10] 姜旭,佟继周,崔辰州,等.基于虚拟天文台的HXMT卫星数据检索发布系统设计与实现[J]. 天文研究与技术, 2014, 11(4): 378-387.
[11] 熊森林,郑岩,闫振中,等.南美空间天气信息系统设计与初步实现 [J]. 科研信息化技术与应用, 2017(1): 47-57.