

欧美国家开放科学发展模式研究及启示

吕昕¹ 董敏² 张辉³

(1. 中国科学院自然科学史研究所, 北京 100190; 2. 北京航空航天大学外国语学院, 北京 100191;
3. 北京航空航天大学计算机学院, 北京 100191)

摘要: 在大数据时代, 开放科学作为一种重要的科研创新方式而逐渐受到重视。我国出台了相关办法并取得了一定进展, 但也面临着诸多挑战, 包括法规政策保障不足、平台建设与基础设施开放不充分以及开放文化和激励机制欠缺等。欧美国家开放科学起步较早, 优势在于立法政策与科研数据标准完整规范, 平台建设灵活多样, 科研基础设施开放成效突出, 评估标准不断完善, 教育培训具有针对性, 对我国科技资源开放共享具有借鉴意义。本文研究探讨欧美国家的开放科学发展模式和实践经验, 并结合我国国情, 提出推动科技资源开放共享的建议: 完善开放共享法规政策与数据标准、加强平台建设与科研基础设施开放、完善科技资源开放共享评估与教育培训, 以期进一步地激发我国科技创新活力和促进科学成果的增值。

关键词: 开放科学; 科技资源; 开放共享; 科研数据; 科研基础设施

中图分类号: G203

文献标识码: A

DOI: 10.3772/j.issn.1674-1544.2021.03.002

On the Development Model of Western Open Science and Its Implications

LÜ Xin¹, DONG Min², ZHANG Hui³

(1. Institute for the History of Natural Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190; 2. School of Foreign Languages, Beihang University, Beijing 100191; 3. School of Computer Science and Engineering, Beihang University, Beijing 100191)

Abstract: In the big data era, open science, as an important means of innovation in scientific research, is gradually being attached great importance to. China has enacted related administrative regulations and advanced in a number of fields, but challenges arise, including the insufficiency of laws and policies, inadequacy of platform construction and infrastructure opening, and lack of opening culture and incentive mechanisms. As the pioneers in open science, Europe and the US have the following advantages, such as the complete and consistent laws, policies and data standards, diverse platforms and effective infrastructure opening, improved assessment standards and tailored training, which could shed light on the opening and sharing of science and technology resources in China. After the development model and practical experience in open science in Europe and the US were explored and grasped, based on the national conditions of China, the following suggestions were proposed to drive forward the opening and sharing of science and technology resources, including: establishing and refining the pertinent laws, policies and data standards, enhancing the platform

作者简介: 吕昕 (1992—), 男, 中国科学院自然科学史研究所编辑, 研究方向为出版编辑; 董敏 (1979—), 女, 北京航空航天大学外国语学院教授、硕士生导师, 研究方向为科技翻译理论与实践、科技话语分析、系统功能语言学、语料库语言学 (通信作者); 张辉 (1968—), 男, 北京航空航天大学计算机学院教授、博士生导师, 研究方向为人工智能、大数据、科技资源管理。

基金项目: 国家重点研发计划项目“分布式科技资源体系及服务评价技术研究”课题“多领域异构科技资源模型与标准体系研究”(2017YFB1400201)。

收稿时间: 2020年11月15日。

constructions and infrastructure opening, and improving the assessment and training of scientific resources opening and sharing, thereby spurring China's science and technology innovations and generating the added value of scientific results.

Keywords: open science, science and technology resources, opening and sharing, scientific data, research infrastructures

0 引言

在大数据时代,科技创新愈发倚重对开放科学的利用。所谓开放科学(Open Science),主要是指在整个研究生命周期中,将科学数据和科研基础设施等资源向科研工作者、产业界和公众等群体开放共享的过程,通过开放协作的方式在研究过程中共享知识与数据,通过资源共享提高科学效率,满足社会需求^[1-2]。欧美国家的开放科学在立法政策与数据标准制定、平台建设与基础设施开放、评估与教育培训等方面取得的进展推动了科研创新的跨学科、跨机构和跨国协同发展,提高了科技创新和成果转化的效率。

近年来,欧美国家对开放科学卓有成效的推进在全球得到了广泛关注。2016年,《G7公报》称“开放科学可以转变研发方式,新的研究成果可以促成更广泛的全球合作”,强调开放科学对研发的重要驱动作用^[3]。我国先后发布的《科学数据管理办法》《国家科技资源共享服务平台管理办法》,所倡导的科技资源开放共享与欧美国家的开放科学殊途同归。因此,十分有必要汲取欧美国家在开放科学中的先进经验,推动我国科技创新和经济社会发展。本文采用文献调研和网络调研的方法,探索并总结了欧美国家在开放科学领域中的发展模式和成功经验,以期为我国科技资源开放共享提供借鉴参考。

1 欧美国家开放科学发展模式

欧美国家在推动开放科学的过程中,立法政策完整明晰,数据标准规范一致,平台建设灵活多样,科研基础设施开放高效,评估标准不断完善,教育培训各有侧重。下面从立法与政策、确立开放数据标准、加强开放科学平台建设、推动

科研基础设施开放、转变科研评估标准、完善开放科学教育培训等6个方面对欧美国家开放科学的特点和经验进行梳理总结。

1.1 立法与政策

2005年至2019年,欧美通过立法与政策推进开放科学,体现出与时俱进、循序发展的特点。本节总结了这一演进历程。

1.1.1 美国

美国作为开放科学的先行者,不断更新立法和政策。美国开放科学法案的演进历程如表1所示。

2006年提出的《联邦研究公共获取法案》(Federal Research Public Access Act, FRPAA)界定了适用对象、存储库、时限、监督机制和非适用条件。2009—2010年,更新了非适用条件,加大监管确保落实效果。2011—2012年,注重开放的时效性。2013年,提出了更加完善的《公平获取科学技术研究法案》(Fair Access to Science and Technology Research Act, FASTR)。该法案对可重用性、数据管理和知识产权提出了要求。2017年,放宽了对公共获取的限制,规范了存储库,允许用户参与开放时限的调整,并加大对联邦机构的监督力度。

承接上述法案,白宫科技政策办公室(OSTP)于2013年发布了《扩大对受联邦资助的科研成果的获取》指导性政策^[10],要求各联邦机构订立开放政策。截至2016年,国家航空航天局(NASA,简称“宇航局”)和能源部(DOE)等16个联邦机构制定了承上启下、层层递进的开放共享政策^[10-16]。

1.1.2 欧洲

欧洲不断完善开放科学政策。表2总结了欧洲相关的工作计划和相关政策。

表 1 美国开放科学法案演进

法案	年份/年	新增内容
联邦研究公共获取法案 ^[4-6]	2006	(1) 针对研究年支出逾 1 亿美元的联邦机构 (2) 成果存储于数字存储库 (3) 发表 6 个月内开放 (4) 向国会汇报 (5) 不适用于密级研究、终稿实验信息和数据分析
	2009—2010	(1) 不适用于研究进展报告 (2) 多家国会机构参与监督
	2011—2012	在成果开放发表的同时共享成果
公平获取科学和技术研究法案 ^[7-9]	2013—2014	(1) 最大程度利用研究成果 (2) 联邦机构遵循收集和存储论文的通用程序 (3) 明确成果可重用性和版权提供与否
	2017—2018	(1) 减少获取限制 (2) 提交至指定存储库 (3) 发表 12 个月内开放；公众可要求调整开放时间 (4) 向国会汇报

表 2 欧洲开放科学政策

机构	文件	年份/年	举措
欧洲委员会	地平线 2020：工作计划 ^[17-19]	2014—2015	文本与数据挖掘（TDM）技术纳入《科研基础设施工作计划》
		2016—2017	通过《动员与相互学习行动计划》，共同制定提案
		2018—2020	明确伦理、法律和诚信问题及学科特殊性
欧洲学术出版与学术资源联盟（SPARC Europe）、英国数字保存中心（DCC）	欧洲开放科学政策分析 ^[20]	2019	(1) 分类：政策、战略、法律和白皮书等 (2) 范围：科研数据、出版物、软件和基础设施等 (3) 非强制性“软性”政策；依靠监督的“硬性”政策 (4) 发展模式：鼓励→期望→要求→强制

欧洲委员会在工作计划中不断推进开放科学：2014—2015 年，以文本和数据挖掘技术驱动开放科学发展，从政策和法律层面增进成员国对新技术的认识。2016—2017 年，动员政府、学界、产业界和公众参与跨学科跨国合作，建立起科学、政策与社会之间的联系。2018—2020 年，侧重科研伦理建设，结合技术开发与学科特点探索开放科学与伦理、法律和诚信之间的平衡模式。此外，欧洲开放科学政策类型多样，涵盖范围广，通过监督机制落实“硬性”政策。

1.2 确立开放数据标准

欧美国确立的开放数据标准具有一致性并且一脉相承，总结如表 3 所示。

欧美数据管理标准的共性主要包括：(1) 数据存储格式具有一致性，美国国家医学图书馆和宇航局均采用 XML 格式存储开放数据。(2) 基

于不同的学科特点制定数据标准，美国环境数据管理委员会和欧洲研究委员会对不同学科的数据提出了存储要求。(3) 遵照一定的原则进行数据管理，美国联邦机构依照 FundRef 标识符进行合规性评估，欧洲多家研究机构通过 FAIR 原则管理数据。(4) 实行严格的审核程序，注重数据质量和数据安全。

1.3 加强开放科学平台建设

欧美开放科学平台在形式、内容、建设和功能上取得了长足进展，如表 4 所示。

欧美开放科学平台特点主要有：(1) 形式灵活多样，包括存储库、门户网站和云平台等，如美国宇航局可视化网站帮助公众了解不同类型的的数据；能源部各实验室的不同平台各有偏重。(2) 国家级平台发挥统领作用，如美国联邦各机构响应联邦政策在 Data.gov 平台共享资源；欧

表3 欧美开放数据标准

地域	机构	数据标准
美国	国家医学图书馆 (NLM) [10]	采用可扩展标记语言 (XML)
	宇航局 (NASA) [14]	(1) 元数据标准采用XML格式 (2) 以FundRef评估合规性
	能源部 (DOE) [12, 16]	(1) 开放共享审核程序严格 (2) 以FundRef追踪出版物
	农业部 (DOA) [21]	以FundRef标识元数据, 评估合规性
	海洋和大气管理局环境数据管理委员会 (NOAA, EDMC) [21]	(1) 元数据记录应符合“数字地理空间元数据内容标准”(CSDGM) (2) 以FundRef标识资助来源
	运输部 (DOT) [11]	(1) 以FundRef等追踪研究者和资助来源 (2) 制定数据管理计划
欧洲	欧洲研究型图书馆协会 (LIBER) [22]	以FAIR原则(可发现、可获取、可互操作、可重用)指导数据管理, 作为数据服务框架
	欧洲研究委员会 (ERC) [23]	(1) 提供不同学科的元数据标准 (2) 贯彻FAIR原则
	法国国家科研中心 (CNRS) [24]	利用FAIR原则识别数据

表4 欧美开放科学平台

地域	机构	平台	特点
美国	联邦总务署	Data.gov ^[16]	全国统一的政府数据开放平台
	卫生研究院	PMC ^[10]	政府与企业界合作
	能源部	OpenEI, Los Alamos Research Online, Power Data Portal ^[16]	不同实验室的平台各具特色
	运输部	安全数据共同体 ^[25]	保障数据集和用户安全
	国家生物信息中心 (NCBI)	基因库 ^[26]	不限制数据的利用和传播
	宇航局	开放式创新网站 ^[27]	可视化平台主要有code.nasa.gov、api.nasa.gov、open.nasa.gov
	海洋和大气管理局	数据社群资源 ^[28]	依托亚马逊网络服务(AWS)、谷歌云平台(Google Cloud Platform)和微软蔚蓝(Microsoft Azure)。通过三家世界级国家数据中心进行数据管理
欧洲	欧洲委员会	欧洲开放科学云 ^[29-30]	侧重可互操作架构, 基于FAIR原则进行数据管理。科研机构、图书馆和学科社群均可参与科学云建设。提供多学科多平台数据
		欧洲开放科学政策平台 ^[31]	为开放科学献策
		开放科学监测器 ^[32]	收集开放科学实施指标以提供建议

洲开放科学云在架构、数据管理、服务和获取等方面提出了发展规划。(3) 在平台建设方面, 政府与企业共建平台优势突出, 美国海洋和大气管理局依托企业提供数据托管、大数据处理和云服务。(4) 在平台功能方面, 除了承载科技资源, 还发挥了安全保障和智库的作用, 美国安全数据共同体能够保障数据和用户安全, 欧洲开放科学政策平台为政策制定提供智力支持, 开放科学监测器追踪并反馈实施效果。

1.4 推动科研基础设施开放

科研基础设施是指研究社群在各个领域进行研究创新的设施、资源和服务。表5总结了欧美科研设施开放现状与政策。

欧美科研基础设施开放的特点主要有:(1) 学科特点突出, 主要为物理学或天文学, 如BES计划和欧洲核子研究中心。(2) 注重国际合作, 法国TGIR面向全球合作者开放, LIGO-Virgo项目吸收日本天文台加入。(3) 注重与产业界合

作，欧洲委员会联合研究中心和科研基础设施战略论坛强调发挥产业界的作用：当产业界作为供应方，通过援助政策满足设施的开发需求；当产业界作为用户，通过激励机制和中间机构促进合作，如知识转移基金、产业联络官和知识与技术转移办公室，实现知识转移和技术创新（图 1）^[35]。

1.5 转变科研评估标准

在开放科学的背景下，欧美出台政策转变科研评估标准。2013 年至 2018 年制定的部分政策

归纳如表 6 所示。

欧美针对开放科学的科研评估转变主要侧重于以下几个方面：（1）寻找替代指标，不再局限于影响因子等传统指标，欧洲委员会从研究内容、领导力和培训等方面进行评估，英国、美国和加拿大推出的多项替代指标更加注重利用在线平台和社交媒体来评估影响力，法国强调以标识符对研究成果进行追踪和管理。（2）开放科学评估与职业发展相结合，将开放科学纳入研究人员晋升和任期评估。（3）营造开放科学的氛围和文

表 5 欧美科研基础设施开放

机构	政策/设施	内容
美国能源部	基础能源科学（BES）计划；“国家实验室合作伙伴服务”（LPS） ^[16, 33]	建立共享科研设施的国家网络和开放国家实验室在线访问平台
欧洲委员会联合研究中心（JRC）	《开放获取联合研究中心科研基础设施》 ^[34]	向学界和产业界开放科研设施；向欧盟和欧洲原子能共同体成员国开放核设施
欧洲科研基础设施战略论坛	《以创新为导向的科研基础设施合作》 ^[35]	欧洲核子研究中心（CERN）设立知识转移基金，通过中间机构和合作促进机制推动科研基础设施与产业界合作
法国国家科研中心	超大科研基础设施（TGIR）与科研基础设施（IR） ^[36]	法国、欧洲和国际合作者共建设施
欧美 LIGO-Virgo 天文台	LIGO-Virgo 天文台合作项目 ^[37]	观测引力波并收集数据，推动光学和无线电波望远镜发展

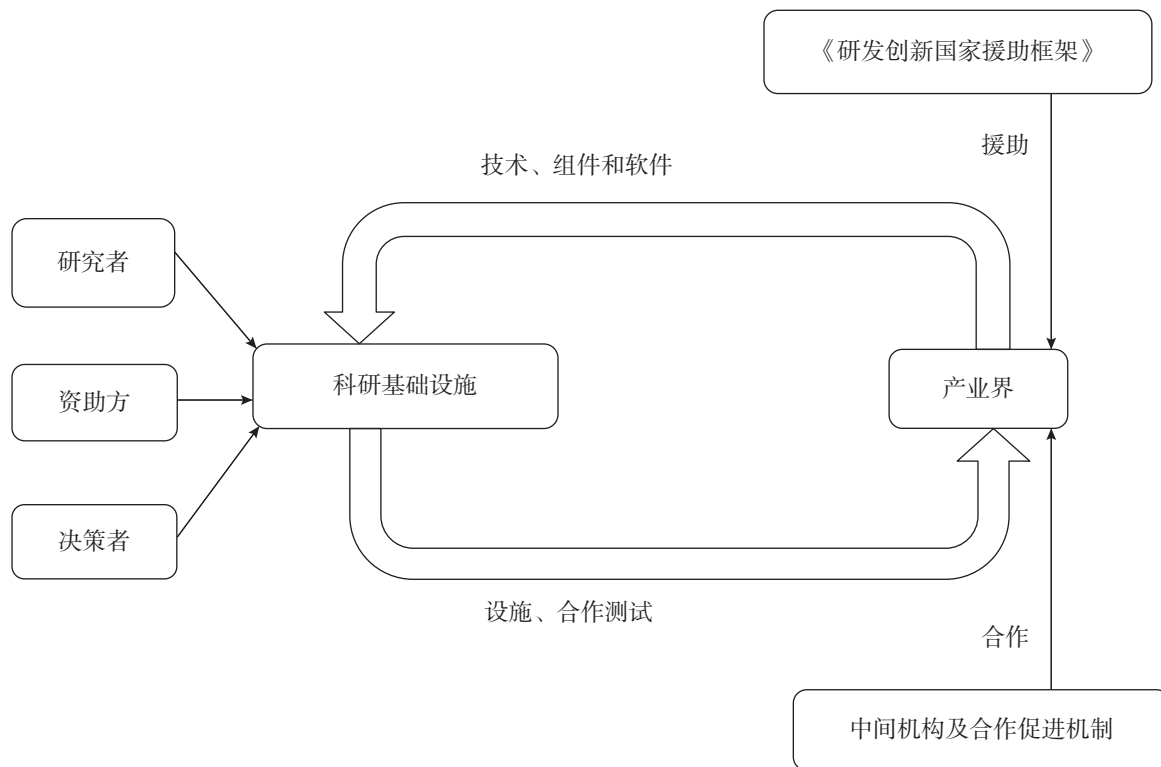


图 1 科研基础设施与产业界的关系

化, 欧盟提倡发挥图书馆在开放科学意识提升、数据管理和人员培训中的作用, 欧洲研究型大学联盟、研究型图书馆协会和法国倡导从出版物转变、科研社群培训和标识符等方面增强开放科学意识。

1.6 完善开放科学教育培训

欧美国家为科研人员和公众提供培训, 解决开放科学进程中所面临的挑战, 培训项目或政策总结如表7所示。

欧美开放科学教育培训的特点是: (1) 在培

训形式方面, 主要通过线上或跨机构跨国公私合作, 如美国能源部和欧洲委员会依托网络平台提供线上培训, 海洋和大气管理局、农业部通过数据或科研中心或研讨会增强用户共享意识, 卫生研究院、能源部和欧盟提供跨机构或跨国培训。(2) 在培训内容方面, 侧重数据管理、学科特点和伦理诚信, 美国能源部、海洋和大气管理局、宇航局基于学科特点通过网络平台和数据中心提供数据管理培训, 欧洲提供多种科学培训或侧重研究伦理培训。(3) 在培训受众方面, 着重面向

表6 欧美转变评估标准的政策总结

地域	机构	年份/年	政策	内容
美国	美国细胞生物学学会 (ASCB)	2013	旧金山科研评估宣言 (SF-DORA) [38]	不以期刊影响因子评估科研成果
	哈佛大学工程与应用科学学院 (SEAS)	2014	哈佛大学工程与应用科学学院建议将开放获取存储纳入教员评估过程 [39]	鼓励教职人员将成果存储于高校的开放存储库
欧洲	欧盟	2016	图书馆: 开放科学中的作用与机遇 [40]	发挥图书馆对科研机构建设开放科学文化的作用
	欧洲委员会	2017	充分认可开放科学实践的研究职业评估 [41]	提出“开放科学职业评估矩阵”, 注重科研产出与过程、服务与领导力、研究影响、培训与督导等
	欧盟	2017	开放科学替代指标与奖励: 不同类型的替代指标 [42]	Altmetric LLP 追踪在线平台。Plum Analytics 评估利用、捕获、出现频率、社交媒体和引用。PLOS 评估浏览、保存、引用、推荐和讨论。Snowball Metrics: 评估学术活动、学术评论、社交活动和大众媒体
	欧洲研究型大学联盟 (LERU)	2018	开放科学对大学的作用: 文化变革路线图 [43]	转变高校文化, 转变出版物发行、传播和付费方式, 转变传统评估指标
	法国国家科研中心	2019	CNRS 开放科学路线图 [24]	鼓励科研人员注册 ORCID ID 作为唯一标识符, 提升国际认知度
	欧洲研究型图书馆协会	2020	关于欧洲开放科学云的声明 [30]	通过培训在研究社群推进开放科学, 支持项目试点

表7 欧美开放科学教育培训实例

地域	机构	内容
美国	卫生研究院 [10]	通过跨机构/公私合作推进数据培训。通过“大数据转化知识”(BD2K) 计划提供培训
	能源部 [12, 16]	与多部门、公众和产业界合作。通过演讲、座谈会、圆桌会议等丰富公众或科研人员的参与形式
	海洋和大气管理局 [13]	国家数据中心、卫星应用与研究 (STAR)、卫星与产品运营办公室 (OSPO) 促进用户的参与和反馈。召开环境数据管理研讨会。落实数据管理计划
	宇航局 [14]	为科研人员提供数据管理计划的制定和实施培训
	农业部 [15]	AgLearn 培训与网络研讨会
欧洲	欧洲委员会 [19]	依托欧洲研究伦理与研究诚信网络平台
	欧盟 (FOSTER Plus 开放科学培训) [44]	向青年科学家等学者和决策者提供多学科培训
	欧洲研究型图书馆协会 [30]	通过培训提升科研人员的开放科学意识和科学云参与度

青年群体，美国能源部和欧盟的培训主要针对青年学生或科研工作者，并根据受众类型细分培训形式。

2 欧美开放科学发展模式的对比及问题

2.1 主要共性

(1) 欧美在发展开放科学的过程中均重视及时监测实施效果，美国联邦机构向监督机构国会汇报，欧洲通过监督机制保障“硬性”政策的落实，并借助科学监测器追踪各项指标。

(2) 实行具有一致性的数据标准，美国联邦机构以可扩展标记语言存储数据，以FundRef标识数据并用于合规性评估，欧洲科研机构在数据管理中贯彻FAIR原则。

(3) 强调开放平台的互操作性，美国国立卫生院PMC平台注重可获取性和互操作性，海洋和大气管理局遵循互操作性标准，欧洲开放科学云建设可互操作的架构。

(4) 开放科学资源以跨学科性见长，美国环境数据管理委员会和能源部对开放科学提出了学科要求，欧洲则设置了不同学科的数据标准，研究型图书馆协会也在不同学科的数据开放中发挥推动作用。

(5) 注重跨部门合作，美国宇航局等部门协作开发数据共享库，欧洲科学云得到了各国和各机构资金的支持，满足研究社群的需求。

(6) 注重公私合作，美国卫生部、海洋和大气管理局等政府机构与企业共建平台，国家医学图书馆数据库支持多家私营企业的分析与研究，欧洲强调在科研基础设施共享中与产业界展开合作，发挥产业界作为供应方或用户在上下游商业模式中的作用。

2.2 面临的问题

(1) 数据管理计划在美国各机构实际实施中较为耗时，确定不同类型或领域的数据存储和共享标准存在一定难度。

(2) 合规性评估过程较为复杂，如美国国家海洋和大气管理局在缺乏自动核实机制的情况下将通过人工核实。

(3) 不同的学科领域中可能受到一定的政策阻碍，如美国海洋渔业等领域的数据开放会受到水下文化遗址或渔业保护等政策的限制。

(4) 替代指标并非总是客观明晰的，欧美各国不同平台的替代指标含义与适用性尚不明晰，无法确定能否客观地反映研究影响力或质量，某些替代指标仅能反映社交媒体活跃度高的用户行为，或具有标题偏向性和时间依赖性，或容易为研究人员、机构和出版商所操纵。

(5) 开放科学成本高昂或监测模式不公。例如，美国能源部下属实验室的多个平台易造成重复建设、资源分散和运维成本高的问题^[16]。在开放获取S联盟（cOAlition S）的推动下，《Nature》《Cell》《Science》三大期刊实施部分开放获取，但前两刊的每篇OA文章处理费约7.5万元、6.67万元，《Science》的OA政策仅适用于S联盟；美国科学促进会（The American Association for the Advancement of Science）认为，这种开放获取将加重作者的财务负担，加剧作者之间的种族、性别、地域、学科和机构的不平等^[45]。此外，《卫报》刊文指出，欧洲委员会的开放科学监测器将爱思唯尔（Elsevier）作为分包商，爱思唯尔既制定评估出版影响因子的指标又以此监测开放科学并确定未来发展方向，认为这不可避免地会使其从中受益^[46]。

3 我国科技资源开放共享面临的挑战

近年来，我国十分重视科技资源开放共享，制定法规政策，搭建开放平台，推进科研设施开放，但也面临着诸多挑战。

一是我国目前已出台多项由政府或科研机构制定的科技资源开放共享政策和数据管理标准，如《科学数据管理办法》从国家高度对数据开放共享提出了指导性办法^[47]，但相比欧美国家，在国家政策、微观规范、标准一致性和落实力度层面相对薄弱^[47-48]。例如，我国出台了多项地质资料管理和岩芯信息共享的条例和办法，但缺乏科技资源信息的开放、利用和安全方面的制度，部分地区相关部门也未与国家和其他单位对

接标准,市场发挥的作用不强,不利于岩芯资源共享。

二是我国在推进科技资源共享的过程中注重平台建设和科研基础设施开放,不断调整国家科技资源共享服务平台^[49],加强对科研基础设施和大型科研仪器开放共享的管理^[50],但与欧美国家相比,我国在科技资源共享平台建设和基础设施开放层面仍存在不足。例如,某省卫生健康科技资源共享服务平台能够整合资源、服务用户并管理政务,但仍需实现资源整合和数据挖掘分析的功能^[51],而我国多个岩芯资源共享平台之间的数据关联度有待加强^[52]。高校科研设施共享方面,存在年有效工作机时不高、接入国家共享信息平台程度不高、共享成效评估缺乏等问题^[53]。

三是我国不断深化改革高校的科技评估,将高校创新平台的开放程度作为评估重点之一^[54],通过开放科学计划(OSID)培养相关人才^[55],但相对欧美发达国家,我国科技资源开放共享尚未形成完备的科研评估和教育培训体系,人员建设和文化氛围仍有待形成。例如,我国高校科研设施共享的人员建设在专业技能和创造能力方面尚需加强^[53];岩芯科技资源共享的人力资源不均衡,一些企业的合作共享意识淡薄,发展指标单一,无法充分利用已有资源^[52]。

4 对我国科技资源开放共享的建议

4.1 完善开放共享法规政策与数据标准

(1)为健全共享制度并加大落实力度,借鉴美国开放科学法案和欧洲“地平线”项目的开放科学政策,从国家层面制定资源共享的发展路线图,发挥政府的主导作用,引导市场机制发挥作用,部署各部门在国家政策的引领下建立健全科技资源管理办法,实现整个研究生命周期的开放共享;制定开放共享的安全法规,在确保信息安全的前提下促进共享利用;通过政策引导与出版商合作,建立我国期刊开放获取的集群优势。

(2)为高效管理科研数据,参考欧美数据管理的政策和标准,制定统一的数据共享和管理标准,明确并预防共享过程中的伦理与诚信问题,

设立指导委员会协助科研机构 and 产业界制定数据和设备的开放共享政策,依据领域特点建立规范细则。

(3)为监督科技资源共享的效果,借鉴美国联邦机构和欧洲委员会,成立监督部门督促落实与汇报,通过标识符追溯不同来源的科研数据并进行合规性评估,利用各领域的国家数据中心支持科研数据的长期存储和管理。

4.2 加强共享平台建设与基础设施开放

(1)针对部分平台管理不规范的问题,借鉴欧洲开放科学云、开放科学监测器,确立平台和基础设施的一致性数据标准和原则,增强互操作性,完善高校和科研机构共享平台与国家及各省市平台的接入;利用监测平台和反馈制度及时获取开放成效,选择没有利益冲突的独立机构作为评估监测者,规避欧洲开放科学监测器潜在的分包商问题;完善平台中的资源汇交程序,及时核查平台资源汇交信息。

(2)为解决责任主体不明确、投入不足等问题,参考美国能源部、卫生研究院、海洋和大气管理局、欧洲委员会联合研究中心和核子研究中心,为各领域建立起统一的国家科技资源共享平台,落实不同平台的数据融合与合作;设立专项基金,通过跨机构公私合作建设开放平台;探寻协作创新模式,发挥产业界在上游和下游商业模式中作为供应方和用户的作用。

(3)为适应热点学科数据和科研成果的快速增长,学习美国国家生物技术信息中心、能源部、欧洲开放科学云和法国国家科研中心,创立优势领域的数据共享中心和设施。通过开放云提供一站式服务,开发平台的文本与数据挖掘技术,最大限度地通过开放学科社群数据和科研成果加速科研突破和创新。

4.3 完善科技资源开放评估与教育培训

(1)为增强科研人员的开放共享意识,需要在科研评估方面寻求替代指标,参考哈佛大学的评估方法,为研究人员指定科研成果存储库,将开放共享度纳入考评机制;为在产业界形成开放共享的氛围,通过圆桌会议、座谈会等形式构建

互信共赢的共享文化，将企业的科技资源共享成效纳入考评机制；借鉴欧盟的不同替代指标，规避目前存在的指标不明确问题，充分征询各方意见，形成客观全面的资源共享评估指标。

(2) 为完善对科研人员在科研数据和设施共享方面的教育培训，参考美国国立卫生研究院“大数据转化知识”(BD2K)计划、海洋和大气管理局的数据中心和欧洲研究型图书馆协会，政府或科研机构设立培训专项计划，基于研究社群对存储库和数据标准的不同要求，通过我国科技资源共享服务平台等渠道汇集资源，为不同领域科研工作者和支撑人员提供在管理、存储和共享科研数据或设施的技能培训。

5 结语

大数据时代促使全球科技交流越发密切，开放科学越来越受到各国政府的重视。本文采用文献调研和网络调研的方法，探索总结了欧美国家在开放科学领域中的发展模式和成功经验，将欧美国家的开放科学发展模式总结为立法政策循序渐进、数据标准明确一致、平台建设灵活多样、科研基础设施深化开放、评估标准与时俱进和教育培训各有侧重等，并立足我国国情，分析了我国科技资源开放共享面临的挑战，借鉴欧美开放科学的模式和成功经验，对我国发展开放科学提出完善开放共享法规政策与数据标准、加强共享平台建设与基础设施开放、完善科技资源开放评估与教育培训的建议，以期进一步开放共享科技资源，深化科研成果和基础设施开放，努力建设创新型科技强国。

参考文献

- [1] FECHER B, FRIESIKE S. Open science: one term, five schools of thought[EB/OL]. [2020-09-10]. http://book.openingscience.org.s3-website-eu-west-1.amazonaws.com/basics_background/open_science_one_term_five_schools_of_thought.html.
- [2] EC. OPEN SCIENCE[EB/OL]. (2019-12-13) [2020-09-10]. https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/research_and_innovation/knowledge_publications_

tools_and_data/documents/ec_rtd_factsheet-open-science_2019.pdf.

- [3] G7. Tsukuba Communiqué: G7 Science and Technology Ministers' Meeting in Tsukuba, Ibaraki[EB/OL]. (2016-05-17) [2020-09-10]. <https://www8.cao.go.jp/cstp/english/others/20160517communiqué.pdf>.
- [4] CONGRESS. Federal research public access act of 2006[EB/OL]. (2006-05-02) [2020-09-10]. https://web.archive.org/web/20110715103619/http://cornyn.senate.gov/doc_archive/05-02-2006_COE06461_xml.pdf.
- [5] CONGRESS. Federal research public access act of 2009[EB/OL]. (2009-05-26) [2020-09-10]. <https://www.congress.gov/bill/111th-congress/senate-bill/1373/text>.
- [6] CONGRESS. Federal research public access act of 2012[EB/OL]. (2012-02-09) [2020-09-10]. <https://www.congress.gov/bill/112th-congress/house-bill/4004/text>.
- [7] CONGRESS. Fair access to science and technology research act of 2013[EB/OL]. (2013-02-14) [2020-09-10]. <https://www.congress.gov/bill/113th-congress/senate-bill/350>.
- [8] CONGRESS. Fair access to science and technology research act of 2015[EB/OL]. (2015-03-19) [2020-09-10]. <https://www.congress.gov/bill/114th-congress/house-bill/1477/text>.
- [9] CONGRESS. Fair access to science and technology research act of 2017[EB/OL]. (2017-08-02) [2020-09-10]. <https://www.congress.gov/bill/115th-congress/senate-bill/1701>.
- [10] NIH. National Institutes of Health plan for increasing access to scientific publications and digital scientific data from NIH Funded Scientific Research[EB/OL]. [2020-09-10]. <https://grants.nih.gov/grants/nih-public-access-plan.pdf>.
- [11] DOT. Official DOT Public Access Plan v1.1[EB/OL]. (2015-12-16) [2020-09-10]. <https://www.transportation.gov/sites/dot.gov/files/docs/Official%20DOT%20Public%20Access%20Plan%20ver%201.1.pdf>.
- [12] NOE. Public Access[EB/OL]. [2020-09-10]. <https://www.osti.gov/stip/publicaccess>.
- [13] NOAA. Public Access to Research Results (PARR)[EB/OL]. (2015-12-28) [2020-09-10]. <https://www.ngdc.noaa.gov/parr.html>.
- [14] NASA. NASA plan for increasing access to the results of scientific research: digital scientific data and peer-

- reviewed publications[EB/OL]. [2020-09-10]. www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/206985_2015_nasa_plan-for-web.pdf.
- [15] DOA. Implementation plan to increase public access to results of USDA-funded scientific research[EB/OL]. (2014-11-07) [2020-09-10]. <https://www.usda.gov/sites/default/files/documents/USDA-Public-Access-Implementation-Plan.pdf>.
- [16] 黄廷政, 蒙绍新, 刘静, 等. 美国国家实验室开放共享的实践经验及启示[J]. 实验室研究与探索, 2020, 39(12): 145-150, 187.
- [17] EC. Horizon 2020-Work Programme 2014-2015[EB/OL]. (2015-04-17) [2020-09-10]. https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2014_2015/main/h2020-wp1415-swfs_en.pdf#14.
- [18] EC. Horizon 2020-Work Programme 2016-2017[EB/OL]. (2017-04-24) [2020-09-10]. https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2016_2017/main/h2020-wp1617-swfs_en.pdf.
- [19] EC. Horizon 2020-Work Programme 2018-2020[EB/OL]. (2020-09-17) [2020-09-10]. https://ec.europa.eu/research/participants/data/ref/h2020/wp/2018-2020/main/h2020-wp1820-swfs_en.pdf.
- [20] SPARC. An analysis of open science policies in Europe-New report from DCC and SPARC Europe[EB/OL]. (2019-08-28) [2020-09-10]. <https://zenodo.org/record/3379705>.
- [21] EDMC. NOAA Data Access Procedural Directive[EB/OL]. (2015-02-11) [2020-09-10]. <https://nosc.noaa.gov/EDMC/PD.DA.php>.
- [22] LIBER. Implementing FAIR Data Principles: The role of libraries[EB/OL]. [2020-09-10]. <https://libereurope.eu/wp-content/uploads/2017/12/LIBER-FAIR-Data.pdf>.
- [23] ERC. Open research data and data management plans[EB/OL]. (2019-07-03) [2020-09-10]. https://erc.europa.eu/sites/default/files/document/file/ERC_info_document-Open_Research_Data_and_Data_Management_Plans.pdf.
- [24] CNRS. CNRS Roadmap for Open Science[EB/OL]. (2019-11-18) [2020-09-10]. https://www.science-ouverte.cnrs.fr/wp-content/uploads/2019/11/CNRS_Roadmap_Open_Science_18nov2019.pdf.
- [25] DOT. Secure Data Commons[EB/OL]. (2020-02-06) [2020-09-10]. <https://its.dot.gov/data/secure/about.html>.
- [26] NIH. GenBank Overview[EB/OL]. (2020-10-20) [2020-09-10]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>.
- [27] NASA. Open Innovation Sites[EB/OL]. [2020-09-03]. data.nasa.gov.
- [28] NOAA. Data Community Resources[EB/OL]. [2020-09-10]. <https://www.noaa.gov/organization/information-technology/data-community-resources>.
- [29] EC. European Open Science Cloud (EOSC)[EB/OL]. [2020-09-01]. <https://ec.europa.eu/research/open-science/index.cfm?pg=open-science-cloud>.
- [30] LIBER. LIBER Open Science Roadmap[EB/OL]. [2020-09-10]. https://libereurope.eu/wp-content/uploads/2020/09/LIBER_OSR_A5-ONLINE-HR-1.pdf.
- [31] EC. Open Science Policy Platform[EB/OL]. [2020-10-01]. <https://ec.europa.eu/research/openscience/index.cfm?pg=open-science-policy-platform>.
- [32] EU. Building together an open science monitor[EB/OL]. (2019-03-01)[2020-09-10]. www.open-science-conference.eu/wp-content/uploads/2019/03/01_osc2019_presentation.pdf.
- [33] DOE. Basic Energy Sciences (BES) [EB/OL]. [2020-09-15]. <https://www.energy.gov/science/bes/basic-energy-sciences>.
- [34] The European Commission's Joint Research Centre. Open access to JRC Research Infrastructures [EB/OL]. [2020-08-15]. <https://ec.europa.eu/jrc/en/research-facility/open-access>.
- [35] ESFRI. Innovation-oriented cooperation of research infrastructures[EB/OL]. [2020-09-10]. www.esfri.eu/sites/default/files/u4/ESFRI_SCRIPTA_VOL3_INNO_double_page.pdf.
- [36] CNRS. Large-scale instruments at the forefront of research [EB/OL]. [2020-07-10]. <http://www.cnrs.fr/en/research>.
- [37] LIGO. LIGO News [EB/OL]. (2020-07-23) [2020-09-10]. <https://www.ligo.org/news/index.php#GW190814>.
- [38] MCKIERNAN E, BOURNE P, BROWN T, et al. How open science helps researchers succeed[EB/OL]. [2020-09-10]. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4973366/>.
- [39] HARVARD. Harvard's school of engineering and applied sciences recommends open-access deposit for faculty review process [EB/OL]. [2020-09-10].

(下转第90页)

- [16] 廖述梅. 高校研发对企业技术创新的溢出效应分析[J]. 科研管理, 2011, 32(6): 11-17.
- [17] 刘晓东. 中国省域创新质量地理时空特征研究[D]. 长沙: 湖南科技大学, 2019.
- [18] 韩增林, 李彬, 张坤领. 中国城乡基本公共服务均等化及其空间格局分析[J]. 地理研究, 2015, 34(11): 2035-2048.
- [19] 江孝君, 杨青山, 刘鉴. 中国地级以上城市“五化”协调发展时空格局及影响因素[J]. 地理科学进展, 2017, 36(7): 806-819.
- [20] 王毅, 丁正山, 余茂军, 等. 基于耦合模型的现代服务业与城市化协调关系量化分析: 以江苏省常熟市为例[J]. 地理研究, 2015, 34(1): 97-108.
- [21] 孙平军, 丁四保, 王颖. 中国城镇建设用地投入的非协调性研究[J]. 世界地理研究, 2012, 21(1): 49-57.
- [22] 庞博, 方创琳. 城市负债的效应及测评研究进展与展望[J]. 人文地理, 2015(2): 7-14.

(上接第16页)

- <https://osc.hul.harvard.edu/programs/advocacy/oa-week/2014/>.
- [40] EU. Libraries: roles and opportunities on Open Science [EB/OL]. [2020-09-10]. <https://www.fosteropenscience.eu/node/1426>.
- [41] EC. Evaluation of Research Careers fully acknowledging Open Science Practices [EB/OL]. [2020-09-10]. https://ec.europa.eu/research/openscience/pdf/os_rewards_wgreport_final.pdf.
- [42] EU. MLE on Open Science: altmetrics and rewards — different types of altmetrics[EB/OL]. [2020-09-10]. https://rio.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/report/MLE%20Open%20Science_Report%20topic%201.pdf.
- [43] LERU. Open Science and its role in universities: a roadmap for cultural change[EB/OL]. [2020-09-10]. www.leru.org/files/LERU-AP24-Open-Science-executive-summary.pdf.
- [44] EC. Fostering the practical implementation of Open Science in Horizon 2020 and beyond [EB/OL]. (2019-04-30) [2020-09-10]. <https://cordis.europa.eu/project/id/741839>.
- [45] 冯丽妃, 杨梓倬. CNS三大顶刊敞开OA大门, 你不来? [EB/OL]. [2020-09-10]. <http://news.sciencenet.cn/htmlnews/2021/2/453379.shtm>.
- [46] TENNANT J. Elsevier are corrupting open science in Europe[EB/OL]. [2020-09-10]. <https://www.theguardian.com/science/political-science/2018/jun/29/elsevier-are-corrupting-open-science-in-europe>.
- [47] 光明日报. 让科学数据开放共享成为常态[EB/OL]. (2018-04-05) [2020-09-10]. http://www.gov.cn/zhengce/2018-04/05/content_5279957.htm.
- [48] 姜恩波, 李娜. 开放科学环境下的欧盟研究数据开放共享研究[J]. 世界科技研究与发展, 2020, 42(6): 655-666.
- [49] 科技日报. 国家科技资源共享服务平台迈向聚合发展[EB/OL]. (2019-06-12) [2020-09-10]. http://digitalpaper.stdaily.com/http_www.kjrb.com/kjrb/html/2019-06/12/content_423288.htm?div=-1.
- [50] 科技部. 三部门印发《国家重大科研基础设施和大型科研仪器开放共享管理办法》[EB/OL]. (2017-09-23) [2020-09-10]. www.gov.cn/xinwen/2017-09/23/content_5227060.htm.
- [51] 魏巍, 李倩, 曹玉莹, 等. 四川省卫生健康科技资源共享服务平台建设的思考[J]. 预防医学情报杂志, 2020, 36(10): 1379-1381, 1389.
- [52] 张志伟, 刘向东. 国家岩芯科技资源共享机制对策的建议[J]. 地质论评, 2021, 67(1): 173-179.
- [53] 刘心蕊, 杨巍, 张鹤达. 我国高校大型科研仪器设备共享评价模型构建[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(1): 21-27.
- [54] 教育部. 教育部关于深化高等学校科技评价改革的意见[EB/OL]. (2013-11-29)[2020-09-10]. www.gov.cn/zhengce/2013-11/29/content_5023426.htm.
- [55] OSID. 计划简介[EB/OL]. [2020-09-10]. <http://www.osid.org.cn/intro.html>.