第 38 卷 第 9 期
2023 年 9 月

全球科技经济瞭望
Global Science, Technology and Economy Outlook

Vol.38 No.9
Sep. 2023

欧盟开放科学体系研究

薛菁华[1]，汪　颖[2]

1. 上海图书馆（上海科学技术情报研究所），上海　200031；
2. 上海大学文化遗产与信息管理学院，上海　200444

摘　要：欧盟在开放科学领域起步较早，自 2014 年首次提出“开放科学公地”愿景以来，已建立起一套成熟而完整的开放科学体系。从顶层设计、信号释放、平台工具及基础设施 4 个方面对欧盟的开放科学体系进行系统剖析，以期对中国开放科学的研究与推进有所裨益。近年来，中国科研领域不断加大科技文献、科学数据以及各类科研资源的开放力度，但与欧盟开放科学体系相比，在体系建设和进程方面存在较大差距，可从加强顶层设计、理顺科学数据管理体系及建立科研范式数字化转型人才培养体系 3 个方面入手，逐步缩小与开放科学领域走在前沿的国家和地区之间的差距。

关键词：开放科学；科研范式；开放获取；开放数据

中图分类号：G321　**文献标识码：**A　DOI：10.3772/j.issn.1009-8623.2023.09.001

“开放科学”一词最早由美国斯坦福大学教授、经济学家保罗·大卫（Paul David）提出，但对于什么是“开放科学”，业界始终没有一个公认的定义。美国迈克尔·尼尔森（M.Nielsen）是最早定义“开放科学”的学者，他在《重塑发现》（*Reinventing Discovery*）一书中首次提出了“开放科学”的概念，即在知识发现的早期阶段实现相关科学资源开放共享的一种理念。随后，欧洲科学研究院、欧盟委员会、经济合作与发展组织等国际组织在倡导开放科学的相关文件中相继提出了各自对开放科学的理解（见表 1）。值得注意的是，2021 年 11 月，《开放科学建议书》（UNESCO Recommendation on Open Science）在联合国教科文组织（UNESCO）第 41 届大会上获得通过，标志着各国在开放科学领域初步达成全球共识。在《开放科学建议书》中，联合国教科文组织将开放科学定义为一个集各种运动和实践于一体的包容性架构，旨在实现人人皆可公开使用、获取和重复使用多种语言，为了科学和社会的利益增进科学合作和信息共享，并向传统科学界以外的社会行为者开放科学知识的创造、评估和传播进程[1]。

从全球范围来看，欧盟在开放科学领域起步较早，自 2014 年首次提出“开放科学公地”（Open Science Commons，OSC）愿景以来，已建立起一套成熟而完整的开放科学体系。本文将从顶层设计、信号释放、平台工具及基础设施 4 个方面对欧盟的开放科学体系进行系统梳理与研究。

1　顶层设计：欧盟框架计划推动开放科学研究与发展

欧盟框架计划的全称是欧盟研究、技术开发及示范框架计划，在许多官方文件和研究资料中通常被称为“欧盟框架计划”（Framework Programme for Research，FP）。该计划为欧盟中期重大科技

第一作者简介：薛菁华（1981—），女，硕士，副研究员，主要研究方向为科技政策与战略研究、科研范式数字化转型研究、开放科学政策研究。

项目来源：上海市软科学计划资助项目“上海科创数字化转型国内外对标与实施路径研究”（21692110001）。

收稿日期：2023-06-26

表 1　国际组织在各时期对“开放科学”的不同理解

机构名称	涉及文件	发布时间	具体内容
欧洲科学研究院（ALLEA）	《面向 21 世纪的开放科学》（Open Science for the 21st Century）[2]	2012 年	开放科学是依赖先进的电子基础设施，实现出版物、数据、软件和教育资源等研究成果和研究工具的最佳共享和在线研究合作；通过跨机构、跨学科、跨部门和跨国界的新合作，推动科学界释放集体智慧
经济合作与发展组织（OECD）	《让开放科学成为现实》（Making Open Science A Reality）[3]	2015 年	研究人员、政府、研究资助机构或科学界本身为使公共资助的研究项目的主要成果（出版物和研究数据）在不受任何限制的情况下，可以数字格式公开获取而做出的努力，有利于提高科学研究的透明度和相互协作，加速科技创新
欧洲委员会（European Commission）	《欧洲的愿景：开放创新、开放科学、向世界开放》（Open Innovation，Open Science，Open to the World: a Vision for Europe，3Os）[4]	2016 年	开放科学是一种利用新型协作工具和数字技术，分享所有可获得的科学知识，取得科学进步的新方法，涉及开放的方法、开放获取、开放研究数据、开放评估和公民科学，通过这一系列流程的再造，营造出一个开放创新的科研生态体系

资料来源：根据上海图书馆（上海科学技术情报研究所）资料整理。

计划，致力于解决国际前沿和具有竞争性的科技难题，是目前欧盟投资金额最多、涵盖内容最广、市场定位最明晰的欧洲科技规划。

1.1　欧盟框架计划为“开放科学”的发展提供重要支撑

自 1984 年起，欧盟框架计划正式开启，并以大致 4 ～ 5 年为一个周期持续推进。欧盟在第七个框架计划（FP7）中就显露出对开放科学的关注，强调国际合作和人才流动，鼓励各国科学家共同参与基础研究。在第九个框架计划，后更名为“地平线欧洲”（Horizon Europe）中，欧盟正式提出聚焦“开放科学”的研究与推动。欧盟框架系列计划促成众多跨国和跨领域合作，产出大量优质的科研成果，形成了高效的科学传播机制 [5]。

各欧盟框架计划中与开放科学相关的内容见表 2。

1.2　欧盟框架计划全力推动 FAIR 数据原则全球化发展

在欧盟开放科学体系中，框架计划不仅为开放科学体系中的要素提供财政支持，还推动科学数据管理“可发现、可访问、可互操作、可重用”原则（Findable、Accessible、Interoperable and Reusable，FAIR）的广泛使用。例如，“地平线 2020”为欧洲开放科学云的实施提供财政支持；“地平线欧洲”计划基于 FAIR 数据原则的广泛使用，提高研究人员参与开放科学所需的技能，支持促进开放科学的激励制度，实现和利用欧洲开放科学云的广泛运用，开发新一代科研评价指标，并使科研诚信

表 2　欧盟框架计划中与开放科学相关内容汇总 [6–9]

框架计划	与开放科学相关的内容
FP7（2007—2013 年）	在此框架计划中，欧盟大幅增加了研究经费，项目周期亦首次延长至 7 年。FP7 强调“国际合作”和“人力资源流动”两项计划，鼓励高水平科学家共同参与进来。在基础研究领域，增加立项数量，促进多个大型科技研发平台的建设（如移动通信技术研究平台、纳米电子技术研发平台等）。设立了“欧洲研究理事会”（European Research Council，ERC），通过欧洲科学家的同行评议，重点支持具有全球竞争优势的项目。自此，欧盟向全世界释放出允许国际伙伴共同参与科学研究的信号

续表

框架计划	与开放科学相关的内容
地平线欧洲（2021—2027 年）	聚焦开放科学研究，通过共享科研成果，提升欧洲研发创新实力，加强欧洲研究区的建设。成立欧洲创新委员会（European Innovation Council，EIC），重点资助突破性创新

资料来源：根据上海图书馆（上海科学技术情报研究所）资料整理。

和公众参与科学也起到核心作用[10]。

2016 年 7 月，欧盟在 FAIR 原则的基础上发布了《“地平线 2020”项目中数据管理的 FAIR 指南》，重申了科研数据的可发现、可访问、可互操作和可重用是实施 FAIR 原则的初衷，并要求所有参加开放研究数据先导计划的项目必须提交符合 FAIR 原则的数据管理计划（Data Management Plan，DMP）及 DMP 模板[11]。

2016 年 8 月，欧盟委员会在“地平线 2020”框架下成立了 FAIR 数据高级专家组（Expert Group on FAIR Data），具体推动 FAIR 原则在欧洲的广泛使用。2018 年 6 月，FAIR 数据高级专家组第二次欧洲开放科学云峰会召开，会上发布了两份研究报告，即《将 FAIR 数据变为现实》（Turning FAIR Data into Reality）和《FAIR 数据行动计划》（FAIR Data Action Plan）。《将 FAIR 数据变为现实》明确欧盟将构建 FAIR 数据成熟度模型（FAIR Data Maturity Model），这是一套自我评估工具集，可用于评估基于 FAIR 数据原则的数据集、数据基础设施和项目的准备情况和实施水平，为决策者制定与执行与 FAIR 原则相关的行动提供依据。

2019 年 7 月，欧盟开始实施新的《开放数据和公共部门信息再利用指令》（Open Data and the Reuse of Public-Sector Information），明确科研数据的“默认开放原则”（Open by Default）和 FAIR 原则。欧盟要求“地平线 2020”及后续项目产生的研究数据都需遵循 FAIR 数据原则，在“地平线欧洲”计划中，科学数据将默认开放，并兼顾商业化、知识产权和隐私等问题[12]。在欧盟开放科学体系中，FAIR 数据原则贯穿欧盟开放科学理论和实践的各个方面，是欧盟实施开放科学的依据和标准。

2 信号释放：两大愿景展现开放共享的决心

欧盟在开放科学中引入了公地概念，强调以共享资源作为公地管理，以合作方式减少知识转移的障碍。而 3Os 报告的发布，更是向全世界展示欧盟开放共享的信念和推动开放科学的决心。

2.1 开放科学公地愿景积极影响欧盟开放科学的理念

开放科学公地是由两个先前已有且被广泛接受的观点演变而来的，即开放科学（Open Science）和公地（Commons）。将公地的概念嵌入开放科学中，旨在强调通过合作减少在知识转移和结果共享过程的障碍[13]。

2014 年，欧盟委员会提出了开放科学公地愿景[14]，最初是为了解决欧洲研究区（Europe Research Area，ERA）①可持续性和准入政策方面的问题。在开放科学公地愿景下，来自各学科的研究人员都可以轻松获得先进的数字服务、科学仪器、数据、知识和专业技能。该愿景主要包含了数据、电子基础设施（e–Infrastructures）、科学仪器以及知识四大支柱，具体内容可参见表 3。

表 3　开放科学公地四大支柱及其主要内容

支柱	主要内容
数据	这是研究的主题数据，应根据开放获取和开放科学的原则进行处理，同时保持对研究人员的信任和隐私保护
电子基础设施	这是支持研究人员的技术和技术服务，朝着在欧洲和世界范围内建设集成服务和可互操作基础设施的方向发展

① 欧洲研究区（ERA）启动于 2000 年，2018 年进行了重启。它旨在为整个欧盟的研究、创新和技术创造一个无国界的市场，各国聚集于此，改进研究政策和体系，研究人员和科学知识都能自由流动，通过协调各国的研究政策，帮助各国提高科研合作效率。ERA 的建立有助于充分利用欧盟成员国的科学能力和物质资源，提升各成员国的科技研发能力、竞争力和共同应对重大挑战的能力。

续表

支柱	主要内容
科学仪器	这包括产生科学数据的设备和合作，从小型实验室设备到围绕大型设施展开的全球合作
知识	这是指执行开放科学所需的人际网络、理解能力和材料捕捉技能以及经验

资料来源：根据《开放科学共享》[15]（Open Science Commons）和上海图书馆（上海科学技术情报研究所）资料整理。

开放科学公地将共享资源作为公地管理，可以有效地促进社会效益最大化。将这一原则应用于开放科学进程，可以通过公共协商等机制，改善资助机构与利益攸关方之间的合作。开放科学公地愿景还制定了明确的非歧视准入原则以及共同的所有权意识，从而刺激更高水平的参与、合作和社会互惠[16]。这一愿景深刻地影响了欧盟开放科学的理念与发展。

2.2　3Os 愿景为欧盟开放科学指明方向

2015 年，欧盟委员会创新专员卡洛斯·莫埃达斯（Carlos Moedas）针对科学研究和创新方式的变化，为欧盟的科研创新设定了 3 个政策目标，即“开放创新”“开放科学”和“向世界开放”。这 3 个目标并非新的政策倡议，而是为了巩固现有计划（如“地平线 2020”）和重振现有政策（如“欧洲研究区”）。

2016 年 5 月，欧盟发布 3Os 报告，该报告汇聚了“开放创新”“开放科学”和“向世界开放”背后的一些概念性见解，并重点说明在实施 3Os 的过程中已经采取的行动和准备开展的行动。报告指出，开放创新正在从线性的双边合作，转向动态化、网络化、多方合作的创新生态系统；创新不再是孤立的活动结果，而是一个复杂的涉及知识流动的共创过程的结果。开放科学是一种利用数字技术和新的协作工具进行知识传播的新方法，它对科学研究的意义在于允许用户成为思想、关系和服务的生产者，从而产生新的工作模式、新的社会关系，最终形成新的科学研究运作方式。2012—2022 年科研格局发生了巨变：尽管欧洲仍然是世界领先的科学知识生产者，但中国等一批新兴国家快速崛起并成为全球重要的知识生产者；欧盟若想要在全球的知识竞争中继续处于有利位置，必须加大与国际伙伴的合作与对话。

3Os 愿景为欧盟推进开放科学的发展奠定了坚实的基础，成为欧盟开放科学各项政策出台和实践推出的重要依据。

3　平台工具：为开放科学提供咨询与监测服务

在欧盟的开放科学体系中，开放科学政策平台（Open Science Policy Platform，OSPP）和开放科学监测器（Open Science Monitor，OSM）分别为欧盟在推动开放科学的进程中起到咨询与监测的作用。

3.1　开放科学政策平台

3.1.1　由来与职责

2016 年，欧盟研究与创新总局（Directorate-General for Research and Innovation）设立了开放科学政策平台，该平台是一个高级顾问小组，作为政策建议者和政策促进者，就欧洲开放科学政策的制定与实施向欧洲委员会提出建议[17]，使欧洲科研的质量与影响力从根本上得到改善和提升。

开放科学政策平台由 25 名（不包括候补代表）专家代表组成，这些代表分别来自 25 个不同的组织，涉及大学、科研机构、学会、资助机构、公民科学组织、出版商、开放科学平台及中介机构（Intermediaries）和图书馆，如欧洲工商联合会（Business Europe）、欧洲物理协会（European Physical Society）、欧洲大学协会（European University Association）、F1000 Research 和研究数据联盟（Research Data Alliance）。小组成员几乎涵盖了参与开放科学的大部分主要利益攸关方，但不涉及商业和工业领域的成员。

OSPP 的工作主要围绕 5 个方面[18]：（1）向欧盟委员会建言开放科学的相关政策；（2）就所需解决的问题提出政策制定等方面的建议；（3）鼓励利益攸关方积极采纳 OSPP 的政策指南，推动开放科学的政策实施；（4）就影响开放科学推进的问题给出建议；（5）提出欧洲科研机构关注的问题。

3.1.2 贡献与成就

2020年4月，OSPP发布了《开放科学的进展：建立共享的研究知识体系开放科学政策平台的最终报告》（Progress on Open Science：Towards a Shared Research Knowledge System）[19]。报告详细介绍了2016—2020年OSPP的任务，以及欧盟开放科学战略的八大目标发布两年内各个利益攸关方的最新进展。八大目标分别为：报酬和奖励（Rewards and Incentives）、研究指标和下一代指标（Research Indicators and Next-Generation Metrics）、未来学术交流（Future of Scholarly Communication）、欧洲开放科学云（European Open Science Cloud）、FAIR数据（FAIR Data）、科研诚信（Research Integrity）、开放教育和技能（Open Education and Skills）和公民科学（Citizen Science）。利益攸关方主要涉及大学及研究机构、研究资助机构、研究型图书馆、政策制定机构、出版商、数字研究基础设施、研究人员、科学协会和科学院、公民科学家及公众参与组织共9类群体。为了更直观地展现各利益攸关方的最新进展，OSPP将进展分为讨论、规划、执行、采纳和共同实践5个阶段，并对应八大目标以图示方式一一展示各目标下不同利益攸关方的进展情况。表4为“报酬与奖励”目标下，各利益攸关方的进展情况。

2016—2020年，OSPP完成的任务被分为两期：

表4 “报酬与奖励”目标下各利益攸关方的进展情况

利益攸关方	讨论	规划	执行	采纳	共同实践
大学及研究执行机构	√	√	√	×	×
研究资助机构	×	√	√	×	×
研究型图书馆	√	√	×	×	×
政策制定机构	√	√	×	×	×
出版商	×	×	×	×	×
数字研究基础设施	×	×	×	×	×
研究人员	×	×	√	×	×
科学协会和科学院	×	×	×	√	×
公民科学与公众参与组织	√	√	×	×	×

注：表格内√处表示已执行到该阶段，×处表示尚未执行到该阶段。资料来源于《开放科学的进展：建立共享的研究知识体系开放科学政策平台的最终报告》和上海图书馆（上海科学技术情报研究所）资料整理；表5同。

第一期任务是向主要利益攸关方和参与者提出开放科学建议，第二期任务是鼓励利益攸关方做出实际承诺（Practical Commitments for Implementation，PCI）。

第一期任务（2016年5月至2018年4月），OSPP与欧盟委员会任命的高级专家组（High Level Expert Groups，HLEG）一起分析实现八大目标相关的问题，发布了一系列报告和建议，具体文件发布时间和名称见表5。

第二期任务（2018年5月至2020年4月），具体任务从“建议模式”转变为“实施模式”，专注于实施和解决开放科学所涉及的文化变革。例如，鼓励利益攸关方提出最佳实践和试点案例，采纳OSPP的建议并采取行动；鼓励相关团体和社区开展试点研究；监测政策建议的采纳与实施情况；采纳相关专家建议的路线图，支持欧洲开放科学政策议程（European Open Science Policy Agenda）的推进。

OSPP还提出了“超越开放科学”的愿景，即在2030年之前共同创建、开发和维护一个“基于知识共享的研究系统”（research system based on shared knowledge）。OSPP指出，开放科学涉及思维方式的根本改变，从优先考虑个人利益到优先考虑集体利益，通过开放、共享、协作和共同创造的实践推

表 5　OSPP 第一期任务发布的文件汇总

时间	文件名称
2017 年 4 月	《对学术出版未来的立场展望》（Position statement on the Future of Scholarly Publishing）
2017 年 5 月	《关于欧洲开放科学云的治理和财务方案的报告》（Report on the governance and financial schemes for the European Open Science Cloud）
2017 年 10 月	《OSPP 关于下一代指标的建议》（Recommendations of the OSPP on Next-Generation Metrics）
2017 年 11 月提出，2018 年 3 月通过	《OSPP 工作组对报酬和奖励报告的初步评估》（OSPP Working Group Initial assessment on the Report of Rewards and Incentives）
2017 年 11 月提出，2018 年 3 月通过	《OSPP 工作组对教育和技能报告的初步评估》（OSPP Working Group Initial assessment on the Report of Education and Skills）
2018 年 4 月	《OSPP 对公民科学的建议》（Recommendations of the OSPP on Citizen Science）
2018 年 4 月	《关于嵌入开放科学的综合建议》（Combined Recommendations for the embedding of Open Science）
2018 年 4 月	《开放科学政策平台建议》（Open Science Policy Platform Recommendations，OSPP-REC）

资料来源：根据《开放科学的进展：建立共享的研究知识体系开放科学政策平台的最终报告》和上海图书馆（上海科学技术情报研究所）资料整理。

进科学、创新和知识共享的目标。基于这样的理念，OSPP 进一步阐述了“基于知识共享的研究系统”的 5 个特质。（1）一个激励产出、实践和行动的学术职业结构（academic career structure），最大限度地提高了对共享研究知识体系的贡献。目前的奖励体系是阻碍学术知识传播和交流的一个关键障碍，应对奖励体系进行全面改革，让研究人员从奖励体系中获得激励，鼓励他们合作并分享研究成果，研究人员不应因合作失败而被指责，也不应因发布和分享而受到科研成果无效的处罚。（2）一个可靠、透明、值得信赖的研究体系。科学传播的重点应该放在可靠性上，确保研究产出的可靠和完整对于加速科学进展和促进创新至关重要，开放科学则是提高研究的可靠、完整及透明的重要途径。（3）一个促进创新的研究系统。一个创新的共享研究系统必须包括以下要素：在全球竞争环境下，提高研究知识和技术的可获得性及可重复使用的相关政策；全球范围内涵盖工具、服务、硬件和软件领域的可互操作的基础设施；为了集体利益而管理各方利益的明确的监管框架；透明的竞争市场；基于互惠的共享研究体系。（4）一种促进多样性和机会平等的研究文化。一个共享的知识研究体系必须对所有人平等开放，使来自各个领域的研究人员和其他相关行动者不仅能够访问和重复使用其中的知识，还能够为该知识做出贡献。（5）一个建立在询证政策和实践基础上的研究体系。固有的工作方式和思维方式是影响科研产出的重要因素，在纠正研究文化的众多尝试中，元研究（“科学的科学”）的兴起是一个重要的趋势，元研究可作为通向询证政策的桥梁，其重要性受到越来越多的关注。

与此同时，OSPP 提出应由研究数据联盟（Research Data Alliance）牵头建立开放科学奖励与激励登记平台，分享全球开放科学的试点和实施情况，并对参与者给予奖励。

3.2　开放科学监测器

3.2.1　由来与职责

2013 年，欧盟委员会首次提出计划启动开放科学监测器（OSM）项目，旨在监测和分析全球开放科学趋势[20]，通过跟踪开放科学的发展趋势，比较不同国家和学科之间开放科学的实践情况，评估欧洲及其他地区开放科学的可行性与价值，促进相关政策的制定。2017 年，欧盟委员会研究与创新总局委托兰德公司开发了一款开放科学指标监测系统，用于跟踪欧洲开放科学的发展趋势，并查明开放科学的主要驱动因素和制约因素。

开放科学监测器的工作主要涉及四大任务[21]，相关任务及具体做法可参见表 6。

2018 年 6 月，欧盟委员会更新了 OSM，以便更

表 6　开放科学监测器的四大任务及具体做法

任务	具体做法
提供开放科学发展趋势和指标	收集欧洲和全球开放科学发展的最新指标，用于了解和跟踪开放科学的实际发展状况。主要从供给（Supply）、需求（Uptake）和重用（Reuse）3 个维度进行分析
评估开放科学的驱动因素和制约因素	对于政策制定者而言，驱动因素和制约因素都十分重要
确定开放科学的积极影响和消极影响	追踪开放科学对研究和科研过程的影响；开放科学对产业（或将研究转化为可销售的产品和服务的能力）的影响；开放科学对社会（或应对社会挑战的能力）的影响
支持有实证支持的政策行动	—

资料来源：根据《开放科学监测更新方法说明》[22]（Open Science Monitor Updated Methodological Note）和上海图书馆（上海科学技术情报研究所）资料整理。

好地跟踪欧洲开放科学的关键指标。为了提供开放科学政策所需的数据和观点，OSM 对全球不同学科和国家的 30 个研究项目进行案例分析，探索开放科学的驱动因素和制约因素，以及对科学、产业和社会等领域的直接影响[22]。这些案例主要分为三大类，即政策性案例、深入性案例和信息性案例。政策性案例指的是政府就欧洲不同层面的开放科学政策开展研究；深入性案例指运用多种数据收集方法（二次数据分析、半结构化访谈或考察访问等）针对开放科学项目开展探索性研究；信息性案例指的是通过分析开放科学项目的相关数据进行案头研究[21]。

3.2.2　成果与贡献

OSM 基于文献、数据库和调研等多个信息源分析研究后，得出开放科学的三大发展趋势，并明确了可能影响各趋势的主要指标（见表 7）。

OSM 认为所有趋势都清楚地表明了开放科学的进程：从开放获取到开放数据，再到开放应用程序接口（APIs）、开放硬件和开放“公民科学”。尽管进展缓慢，但每一个指标和趋势都在进步。与此同时，OSM 也明确了向开放科学过渡是一个复杂的过程，并不是一个简单地自上而下的决策过程，因此监测开放科学的发展尤为重要。

4　基础设施：全力保障开放科学的发展需求

一直以来，欧盟都致力于最大化整合利用欧盟及成员国科研基础设施资源，拓展研发创新活动的视野范围，让科研工作者可使用统一的门户访问相关科技资源[11]。2018 年欧洲开放科学云（European Open Science Cloud，EOSC）上线后，通过集合欧洲网格基础设施（European Grid Infrastructure，EGI）、连接欧洲 35 个数据与高性能中心的欧洲数据基础设施（European Data Infrastructure，

表 7　OSM 总结得出开放科学三大发展趋势及主要内容[20, 22]

发展趋势	内涵	主要指标
开放获取	分级认定可自由获取的研究出版物： 金色开放获取（Gold Open Access） 绿色开放获取（Green Open Access） 混合开放获取（Hybrid Open Access） 青铜开放获取（Bronze Open Access）	出版物的文献计量、资助者政策和期刊政策、预印本的数量、同行评议前发表的文章数量以及研究人员对开放获取的态度
开放数据	指任何人可不受限制地访问支撑科学研究的数据	数据存储库的数量（按主题、数据存取类型①、国家分类）、资助者政策和期刊政策以及研究人员对数据共享的态度

① 数据存取类型分为开放的、有限制的和不公开的。

续表

发展趋势	内涵	主要指标
开放合作	指在科学研究过程中除开放数据和开放获取以外的合作形式。包括：开放代码、开放硬件、科学家之间协作平台的使用以及“公民科学”	科学应用程序接口存储库的数量、期刊开放代码的政策、开放硬件库（Open Hardware Repository）中开放代码的数量、在 SciStarter 存储库和 Zooniverse 存储库中的“公民科学”项目的数量

注：SciStarter 是一个公民科学的在线平台，通过连接科学家、研究机构和社区成员，使公众能够更轻松地参与各种科学实验、观测和研究项目；Zooniverse 是一个公众参与解决科学问题的在线平台，该平台允许科学家和研究机构创建项目，将复杂的科学任务分解成小任务，供公众志愿者参与。资料来源于上海图书馆（上海科学技术情报研究所）资料整理。

EUDAT）项目、汇集欧洲多家超算中心的欧洲高级计算合作伙伴关系（Partnership for Advanced Computing in Europe，PRACE）组织和泛欧科教网（GÉANT–The Pan–European Research and Education Network，GÉANT）等已有的重量级信息化基础设施[23]，为广大欧洲科研人员提供强有力的数据计算与处理服务。其中，EGI 是 EOSC 门户网站最主要的贡献者，它是一个联合的信息化基础设施，总数据存储容量达 740 PB，可提供大量云计算和高通量计算服务[23]，旨在支持全球科研工作者开展数据密集型、计算密集型的科学研究。

4.1　欧洲开放科学云

欧洲开放科学云的概念起源于 2016 年欧盟委员会提出的“欧洲云计划”（European Cloud Initiative），目的是使欧洲在科学数据和知识经济方面更具竞争力。

早在 2015 年 5 月，欧盟委员会就向竞争力委员会提议建设欧洲开放科学云，目的是联合欧洲当时已有的科研数据基础设施，打造一个为科学提供 FAIR 数据和相关服务的网络，并且按照 FAIR 原则使科研数据具备互操作性和机器可操作性。

2016 年和 2017 年，欧盟与利益攸关方进行了广泛磋商。2017 年 6 月，首次 EOSC 峰会提出了《欧洲开放科学云宣言》，同年 10 月，70 余家机构共同通过了《欧洲开放科学云宣言》，表明欧洲开放科学云的实施是欧盟委员会自 2015 年以来与欧洲研究区的众多利益攸关方长期协商的一个进步。

2018 年 3 月，欧盟委员会颁布了《欧洲开放科学云实施路线图》，该路线图介绍了此前一系列关于欧洲开放科学云的治理和融资机制的磋商结果，并在此磋商结果的基础上提出了欧洲开放科学云可能采取的模式（泛欧的数据基础设施联合）以及在《地平线 2020》框架下实施欧洲开放科学云所采取的措施。欧洲开放科学云明确了 6 条行动路线，即架构、数据、访问与接口、服务、规则和治理，这 6 条行动路线的内容要点见图 1。2018 年 11 月 23 日，欧洲开放科学云门户网站发布上线，所有欧洲科学家都可以通过该平台访问、分析和再利用跨学科的研究成果和数据。

欧洲开放科学云平台开发了多项开放科学项目，如欧洲开放科学云试点项目（European Open Science Cloud Pilot，EOSCpilot）、欧洲开放科学云中枢

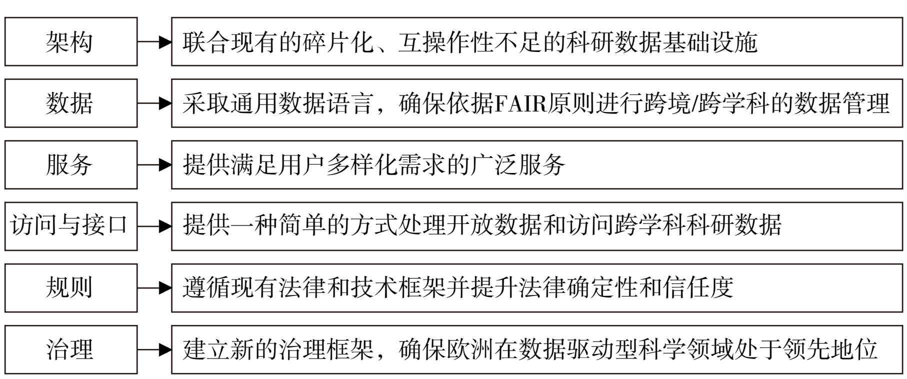

图 1　欧洲开放科学云 6 条行动路线的内容要点

（European Open Science Cloud－Hub，EOSC–hub）、欧洲电子基础设施服务门户（European E–Infrastructure Services Gateway，eInfraCentral）、研究环境开放云（Open Clouds for Research Environments，OCRE）等。EOSCpilot 是欧洲开放科学云第一阶段的试点项目，通过各利益相关方的参与合作，提议并试行 EOSC 的治理框架，为欧洲开放科学的政策和最佳实践的发展做出贡献；通过开发示范项目，整合服务和基础设施，展示在多个科学领域中的互操作性及其优势；与广泛的利益相关者进行互动，跨越国界建立采用开放科学所需的信任和技能[24]。eInfraCentral 项目主要推动欧洲信息化基础设施服务与资源标准化目录的建设[24]，该项目的运行追求 3 个具体目标：组织一次开放的和有指导性的信息化基础设施之间的讨论，共同定义通用的服务目录；开发一个一站式门户，供用户浏览服务目录，增强服务的可用性和质量以及用户满意度的关键绩效指标的监测；为未来的欧洲信息化基础设施市场提供政策建议[25]。研究环境开放云项目旨在为欧洲科研提供商业数字服务和地球观测（Earth Observation，EO）服务。商业数字服务主要是指跨学科研究活动所需的商品类型的商业数字服务，包括基础设施即服务（IaaS）和平台即服务（PaaS），这些服务包括提供计算、存储、网络和平台，使客户能够开发、运行和管理相关应用程序；软件即服务（SaaS）是一种软件许可和交付模型，客户按订阅方式使用软件，并由供应商作为公共云服务托管，涉及文件存储（同步和共享）、在线协作、模拟和虚拟化工具。地球观测服务则是由欧洲地球观测计划 Copernicus 收集数据，通过 5 个 DIAS（Data and Information Access Services，DIAS）在线平台为用户提供发现、操作、处理及下载数据和信息的服务[26]。

欧洲开放科学云以前所未有的力度推动科学数据的互操作性，提高欧洲科学基础设施的使用效率。在开放科学体系中，欧洲开放科学云是支持欧盟开放科学运作的基础设施之一，不仅有助于 FAIR 原则的推行，也是支撑整个体系运行的最重要的平台之一。

4.2　欧洲网格基础设施

EGI 是一个国际性的合作机构，由全球数百个数据中心、计算中心以及数十个云服务提供商组成，由 EGI 理事会代表参与者管理，并由 EGI 基金会进行协调。EGI 理事会是 EGI 基金会的决策和监督机构，它的主要任务是确定整个 EGI 生态系统的战略方向；而 EGI 基金会则代表 EGI 理事会开展协调和维护工作。EGI 致力于为高级计算和数据分析提供开放的解决方案，为欧洲研究人员及其国际合作伙伴提供可持续、集成和安全的计算服务。

分布式计算网格最初于 1999 年构想出来，用于分析欧洲核子研究委员会的大型强子对撞机（Large Hadron Collider，LHC）产生的实验数据。2001 年 1 月启动的欧洲数据网格计划（Data Grid），引领了网格技术的研发，证明了网格在高能物理、地球观测和生物信息学等多个研究领域的成功应用。从 2004 年 3 月开始，一个名为“欧洲科研信息化网格”（Enabling Grids for E–Service，EGEE）的项目推进了网格技术的进一步发展。2007 年 9 月至 2009 年 12 月进行了一项名为“欧洲网格倡议设计研究”（European Grid Initiative Design Study）的项目。该项目形成了一份面向成员国政策制定者和资助机构的“概念设计报告”，就建立一个可持续的网格基础设施在技术和财务可行性方面的问题予以阐述，并为下一阶段 EGI 的搭建提供了概念和逻辑框架，以期在欧洲范围内监督网格的运行和发展。2010 年 EGI 正式成立，EGI 理事会和 EGI 基金会也随之成立。

EGI 的发展大致可分为 3 个阶段，欧洲网格基础设施－欧洲研究人员综合可持续的泛欧基础设施（European Grid Infrastructure-Integrated Sustainable Pan-European Infrastructure for Researchers in Europe，EGI-InSPIRE）、引导 EGI 社群走向开放科学公地（Engaging the EGI Community towards an Open Science Commons，EGI-Engage）与 EOSC-hub3 个项目是每一个发展阶段的重要标志。

EGI–InSPIRE 是一个为期 4 年的项目，旨在建立一个可持续发展的电子基础设施，用以满足研究人员对大规模数据分析的需求。在该项目的实施过程中，EGI 联邦云（EGI Federated Cloud）的部署成为一项重要成就。EGI 联邦云是一个用于高级科学计算的分布式云计算平台，汇集了欧洲数十家主要的研究云提供商，这个联合基础设施的主要作用是促进研究数据的开发和云服务的使用，以提高研究效率。EGI-InSPIRE 于 2014 年正式完成，已经成为欧洲科学家和研究人员可信赖、可持续的计算

资源提供者。

EGI-Engage 项目于 2015 年 3 月启动，持续推进了 30 个月，吸引了 43 个合作伙伴，旨在通过提升欧洲计算、存储、数据和通信等领域的专业技能，加速推进开放科学的实施。EGI-Engage 也为下一阶段 EOSC-hub 项目的开展奠定了基础。

EOSC-hub 项目始于 2018 年 1 月，由 EGI 基金会领导，成为欧洲研究人员的中心联络点。EOSC-hub 为研究社区提供各种服务和资源，包括云计算、数据管理和高性能计算等，以满足不同研究领域的需求和要求。EOSC-hub 不仅是一个项目，更重要的是建立一个强大、可持续的欧洲开放科学云。此外，数字创新中心（Digital Innovation Hubs，DIH）也在该项目的推动下得以成立。

EGI 的服务分布于欧洲 350 余个资源中心，每天支持超过 12 万个计算工作岗位，以及数据存储、传输和访问。EGI 已成为欧洲科研一项成熟的基础设施，并拥有完整的生态系统，由欧洲的科研资助机构、研究社区、技术提供者、技术集成商、资源提供者、运营中心、资源中心和协调机构组成。EGI 通过广泛的技术和基础设施服务支持了横跨多个研究领域的 2 万余名研究人员及其密集的数据分析。

5　启示

虽然中国在开放科学方面的起步稍晚于西方国家，但近几年来，其在科研领域不断加大科技文献、科学数据以及各类科研资源的开放力度，用开放、包容、合作的态度，不断推进科研领域的开放合作。

在开放获取方面，2018 年 12 月，在第 14 届柏林开放访问会议上，中国国家自然科学基金委、国家科技图书文献中心和中国科学院文献情报中心明确表示支持国际科技界提出的“开放获取 2020”（“OA 2020”）倡议和“S 联盟”（“cOAlition S”）计划。此后，国家新闻出版署出版融合发展（武汉）重点实验室发起了面向中国学术期刊领域的“OSID 开放科学计划”，改变传统学术期刊的单向传播模式[27]，实现学术期刊的学术交流、学术评议和学术成果共享。

在开放数据方面，2018 年，《科学数据管理办法》的出台是中国政府首次在国家层面释放出开放为主的科学数据管理信号，具有里程碑式意义。2019 年，科技部布局 20 个国家科学数据中心，进一步凸显了中国加强科学资源建设、推动科学数据开放共享的信心和决心。

大数据时代，科研领域也面临数字化转型，开放科学得以迅速发展。虽然中国科技研发实力在不断增强，但与欧盟开放科学体系对比，中国开放科学在体系和进程方面仍存在一定差距，建议可从加强顶层设计、理顺科学数据管理体系以及建立科研范式数字化转型人才培养体系 3 个方面入手，逐步缩小与开放科学走在前沿的国家和地区之间的差距。

第一，加强顶层设计。欧盟框架计划作为欧盟最重要的科技中期计划，自 1984 年以来，已历时近 40 年。2007 年欧盟在推出第七框架计划时就显露出了对开放科学的关注，并在 2021 年的“地平线欧洲”中正式提出聚焦开放科学研究。经过 14 年的过渡与发展，欧盟逐步建立起了成熟完整的开放科学体系，成为全球开放科学领域的领头羊。中国可借鉴此做法，在今后的科技发展规划中，逐步明确开放科学战略规划，完善开放获取、开放数据等领域的具体政策体系，让开放科学概念逐步进入科技政策话语体系。

第二，理顺科学数据管理体系。欧盟和美国等国家和地区已经形成了管理、组织和执行 3 层科学数据管理架构。管理层负责制定相关政策，组织层负责专业技术支撑和资源整合，执行层则是数据资源的供需方。以欧盟为例，欧盟委员会是欧盟科学数据管理体系中的管理层，欧洲网格基础设施和欧洲开放云扮演着组织层的角色，而高校、科研机构以及企业等涉及执行层面。中国在开放科学的推进过程中，应尽快明晰科学数据管理体系架构，特别是要明确强有力的组织层，建议由政府主导的第三方专业机构组成，既起到落实管理层决策、建设统筹和专业支撑的作用，又能作为技术中枢，承担完善科学数据服务体系建设的任务。

第三，建立科研范式数字化转型人才培养体系。在科研范式数字化转型的过程中，应不断探索研究型、应用型和技能型人才培养模式和方式，努力提高科技工作者的数字素养。学习欧盟和美国等发达国家和地区的经验，在高校开设“科学数据管理课程”，系统化培养科学数据管理人才。为科研工作者开设短期的数据管理培训课程，提升科研人

员的数字素养，提高科学研究与科技创新的效率。与此同时，在全社会范围内进一步加强推广开放科学理念的宣传与教育工作，逐步引导高校和科研机构建立奖励机制，创新人员晋升评审标准。■

参考文献：

[1] UNESCO. UNESCO recommendation on open science[EB/OL]. [2023-05-25]. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000379949.locale=en.

[2] ALLea. Open Science for the 21st Century[EB/OL]. [2023-05-25]. https://www.allea.org/wp-content/uploads/2015/09/OpenScience-Rome-Declaration-final_web.pdf.

[3] OECD. Making open science a reality[EB/OL]. [2023-05-25]. https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/5jrs2f963zs1-en.pdf?expires=1692944588&id=id&accname=oid040521&checksum=DC436D4FEFCF15847067012A0CD563DD.

[4] EU. Open Innovation, Open Science, Open to the World: a vision for Europe, 3Os[EB/OL]. [2023-05-25]. http://www.openaccess.gr/sites/openaccess.gr/files/Openinnovation.pdf.

[5] 许慧 . 欧盟“地平线 2020 计划”及对我国“2011 计划”的启示 [D]. 杭州 : 浙江大学 , 2014.

[6] 谭启平 .《欧盟研究、技术开发及示范活动第七框架计划》及其参考借鉴价值 [J]. 科技与法律 , 2014(4): 656-673.

[7] European Commission. Horizon 2020[R/OL]. [2023-05-25]. https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/sites/default/files/281113_Horizon%202020%20standard%20presentation.pdf.

[8] 蔡立英 . 欧盟启动“地平线欧洲”计划 [J]. 世界科学 , 2018(7): 49-50.

[9] 戴乐 , 董克勤 . 欧盟第八、九研发框架计划比较分析及影响和启示 [J]. 全球科技经济瞭望 , 2018, 33(9): 47-53.

[10] 刘润生 . 欧盟第九期研发框架计划 : 演进与改革 [J]. 全球科技经济瞭望 , 2019, 34(3): 1-8.

[11] 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.

[12] 邱春艳 . 开放科学愿景下欧盟推进 FAIR 原则的路径、经验及启示 [J]. 情报理论与实践 , 2021, 44(5): 199-205.

[13] FERRARI T, SCARDACI D, SERGIO A. The open science commons for the European research area[J]. Earth observation open science and innovation, 1998(15): 43-67.

[14] European Grid Infrastructure. Open Science Commons[EB/OL]. [2023-05-25]. https://www.egi.eu/open-science-commons/.

[15] EGI. Open Science Commons[EB/OL]. [2023-02-15]. https://zenodo.org/records/4884748.

[16] National Science Foundation. Harnessing the Data Revolution (HDR): Data Science Corps[EB/OL]. [2023-05-25]. https://www.nsf.gov/pubs/2021/nsf21523/nsf21523.htm.

[17] 刘文云 , 刘莉 . 欧盟开放科学实践体系分析及启示 [J]. 图书情报工作 , 2020, 64(7): 136-144.

[18] European Union. Progress on open science: towards a shared research knowledge system. final report of the open science policy platform[R/OL]. [2023-05-25]. https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d36f8071-99bd-11ea-aac4-01aa75ed71a1.

[19] European Commission. Progress on open science: towards a shared research knowledge system[EB/OL]. [2023-05-25]. https://www.ouvrirlascience.fr/wp-content/uploads/2020/06/ec_rtd_ospp-final-report.pdf.

[20] Open Science Conference. Building together an open science monitor[EB/OL]. [2023-05-25]. https://www.open-science-conference.eu/wp-content/uploads/2019/03/01_osc2019_presentation.pdf.

[21] Organisation for Economic Co-operation and Development(OECD). Your hub for data-driven STI policy analysis and advice[EB/OL]. [2023-05-25]. https://stip.oecd.org/stip.html.

[22] European Union. Open science monitor updated methodological note[EB/OL]. [2023-05-25]. https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/research_and_innovation/knowledge_publications_tools_and_data/documents/open_science_monitor_methodological_note_april_2019.pdf.

[23] 张娟 . 欧盟开放科学战略生态体系建设及其特征分析 [J]. 世界科技研究与发展 , 2021, 43(1): 64-76.

[24] EOSCPilot. EOSCpilot brief[EB/OL]. [2023-05-25]. https://eoscpilot.eu/about/eoscpilot-brief.

[25] European Commission. European E-Infrastructure Services Gateway[EB/OL]. [2023-05-25]. https://cordis.europa.eu/project/id/731049.

（下转第18页）

Key Initiatives and Insights from the U.S. National Defense Science & Technology Strategy 2023

DONG Qiguang

(Supervision Service Center for Science and Technology Funds, Ministry of Science and Technology, Beijing 100038)

Abstract: On May 9, 2023, the U.S. Department of Defense released the "National Defense Science & Technology Strategy 2023". It emphasizes that the strategic goal of national defense science and technology is to safeguard the United States' leadership position in this field. This will be achieved through active engagement with the private sector, conducting proper investments, and early protection and utilization of advanced technologies to maintain a proactive role. The guiding principles of the strategy include consistently supporting the core objectives of national security, enhancing joint operational capabilities, expanding cooperation with allies and partners, and emphasizing technology protection. To ensure the United States' leadership in national defense science and technology innovation, the strategy proposes three response measures: focusing on joint missions, rapidly and extensively creating and deploying capabilities, and ensuring the foundation of research and development. This strategy also provides relevant insights for China's defense science and technology development.

Keywords: the United States; national defense science & technology; development strategy; innovation ecosystem

（上接第11页）

[26] Open Clouds for Research Environments. The OCRE Service Offer[EB/OL]. [2023-05-25]. https://www.ocre-project.eu/.

[27] 施其明，郭雪吟，刘琦．“OSID 开放科学计划”对我国科研诚信的作用机制研究 [J]. 出版与印刷，2021(2): 21-26.

Study on System of E.U. Open Science

XUE Jinghua[1], WANG Ying[2]

1. Shanghai Library (Institute of Scientific and Technical Information of Shanghai), Shanghai 200031;
2. School of Cultural Heritage and Information Management, Shanghai University, Shanghai 200444

Abstract: The European Union started early in the field of open science. Since the vision of "Open Science Commons" was first proposed in 2014, a mature and complete open science system has been established. This paper systematically analyzes the E.U.'s open science system from four aspects: top-level design, signal release, platforms and tools, and infrastructures, in an attempt to benefit China's research in the area of open science. In recent years, China's scientific research field has been increasing the openness of scientific literature, scientific data and various scientific research resources. However, compared with the E.U. open science system, there is still a certain gap in terms of system and process. In order to narrow the gap between the countries and the regions that are at the forefront of open science, China should improve the following aspects: strengthening top-level design, straightening out the scientific data management system and establishing a talent training system for digital transformation in scientific research paradigm.

Keywords: open science; paradigm of scientific research; open access; open data