

引用格式: 隆云滔, 王炳智, 许哲平, 等. 开放共享与协同治理: 美国国立卫生研究院数字化转型的模式与启示. 中国科学院院刊, 2026, 41(7): 1535-1547, doi: 10.3724/j.issn.1000-3045.20240406002.
Long Y T, Wang B Z, Xu Z P, et al. Open sharing and collaborative governance: Practices and implications of National Institutes of Health's digital transformation. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2026, 41(7): 1535-1547, doi: 10.3724/j.issn.1000-3045.20240406002. (in Chinese)

开放共享与协同治理: 美国国立卫生研究院数字化 转型的模式与启示

隆云滔^{1,2} 王炳智³ 许哲平^{4,5,6*} 汪 洋⁷

1 中国科学院科技战略咨询研究院 北京 100190

2 中国科学院大学 公共政策与管理学院 北京 100049

3 中国社会科学院大学 法学院 北京 102488

4 中国科学院文献情报中心 北京 100190

5 学术期刊新型出版与知识服务重点实验室 北京 100190

6 中国科学院大学 经济与管理学院 北京 100190

7 中国科学院计算机网络信息中心 北京 100083

摘要 随着信息技术的快速发展, 科研院所科技资源的管理与协调需求日益增长, 数字化转型已成为高质量发展的必然选择。美国国立卫生研究院 (NIH) 通过机构改革、数据共享政策、数字平台建设与专业人才培养等系统性举措, 构建了较为完善的数字化转型支撑体系。我国科研院所数字化起步较晚, 在基础设施与人才储备上仍存在短板。文章系统梳理 NIH 发展历程与关键举措, 从组织变革、数据政策、平台建设、人才培养、基础设施建设和参与引领国家/国际重大计划等6个维度提炼其成功经验。研究发现, NIH通过完善数据管理与共享政策、建设开放共享的科研数据平台、设立专职数据科学治理机构、实施数字化人才培养计划等路径, 有效推动了科研数据的可访问性与透明度提升。在此基础上, 提出加强顶层设计、完善数据治理、强化复合型人才培养、加强数据生态建设等建议, 以期为我国科研院所数字化转型升级提供经验借鉴。

关键词 科研院所, 科研数据, 数据共享, 数字化转型

DOI 10.3724/j.issn.1000-3045.20240406002

CSTR 32128.14.CASbulletin.20240406002

*通信作者

资助项目: 国家社会科学青年基金 (24CJY018), 中国科学院网信专项项目 (CASWX2023ZX02-03)

修改稿收到日期: 2026年7月6日

数字化转型是指以数字化技术、产品和平台等基础设施为支撑，引发个体、组织、产业等多个层面变革的过程。当前，数字化转型已是全球科技创新的重要趋势。美国政府发布的《国际网络空间和数字政策战略：迈向创新、安全和尊重权利的数字未来》（*U.S. International Cyberspace and Digital Strategy: Towards an Innovative, Secure, and Rights-Respecting Digital Future*）提出“数字团结”理念，以“促进、建立和维护一个开放、包容、安全和有韧性的数字生态系统”为核心目标。我国同样将数字化转型置于国家发展的战略核心位置。《中共中央关于制定国民经济和社会发展的第十五个五年规划的建议》提出，“深入推进数字中国建设”，“加快人工智能等数智技术创新，突破基础理论和核心技术，强化算力、算法、数据等高效供给”。这充分体现了党中央对数字化转型战略价值的前瞻性判断。

数字化转型的概念最初源自企业变革，现已逐步拓展至科研机构治理领域，不仅帮助科研院所实现科研成果转化，还能够辐射整个专业领域，形成协同效应。我国科研院所数字化转型已取得显著进展，但尚且缺乏统一高效的系统化结构，“数据孤岛”“数据割据”成为制约科研院所数字化转型的因素。美国国立卫生研究院（NIH）作为美国高水平医学研究机构，在数字化转型过程中不断推动医疗科研数据共享和科研成果转化，助力医疗科研水平提升。本文基于NIH的最新研究数据，系统梳理其数字化转型的战略路径与实施模式，以期为我国科研院所推进数字化转型提供实践参考与经验借鉴。

1 美国国立卫生研究院数字化历程

NIH的数字化转型并非一蹴而就，而是经历了一个从技术探索到系统构建、从分散建设到整合发展的长期演进过程。

1.1 发展历程分析

作为全球规模最大、最具影响力的生物医学研究机构，NIH的历史可追溯至19世纪。其下立的美国国立医学图书馆（NLM）始于1836年，最初仅有一小部分医学文献与期刊，后在信息技术的推动下完成了基础运作方式的根本性变革，面向全球公众提供广泛的电子信息资源服务。自20世纪中叶起，NIH即着手布局数字化建设。1960年，美国卫生部长批准在研究服务部设立计算与数据处理处，从制度层面确立了数字化能力的建设投入。进入20世纪80年代，随着计算机技术的快速普及，NIH进一步加快了信息化步伐。1988年，NIH成立国家生物技术信息中心（NCBI），1990年部署了NIHnet网络基础设施，初步构建起机构内部的数字化协同网络。1997—2000年，NIH陆续推出MEDLINE免费服务、MedlinePlus、ClinicalTrials.gov和PubMed Central等重要平台，标志着NIH在医学信息开放获取与数据共享方面的战略远见，为后续大规模数字化转型奠定了坚实的基础设施与制度基础。

进入21世纪，NIH的数字化转型呈现出以数据共享为核心的演进特征。全球科学家与公众可无障碍地访问NIH公共数据库，获取关键医学科研数据资源。NIH还创建了远程医疗智囊团以应对重大自然灾害，并通过电视等大众传播媒介普及前沿科研成果。2013年，NIH设立专门机构，致力于开发与推广用于数据共享、集成、分析及管理的创新工具，进一步提升了数据资源的利用效率。在数字平台建设方面，2015年首届NIH数字峰会聚焦于数字平台的沟通策略，有效促进与会者之间的线上对话与协同交流。2019年，NIH正式提出数字化体系的持续深化，NIH逐步突破数字化临床试验，推动临床试验方式的范式转变。随着数字化转型升级，NIH打破以内部交流传播研究成果的传统科研模式，充分利用互联网技术，促进远程合作和跨学科交流。科研人员可以通过实时协作平台

等工具即时交流合作，通过创新协作方式促进项目质量和效率的提高。

1.2 数字化治理研究综述

回顾过去20余年学界对NIH数字化转型及数字治理的理论探讨，既有文献从治理模式^[1-5]、组织结构^[6-8]、数据共享政策^[9-13]、经费管理^[14,15]、人才治理^[16-19]等多个维度，系统分析NIH数字治理的成功因素，为理解其数字化转型的演进逻辑提供丰富的理论基础。

国内外学者从多维度剖析NIH数字化转型升级的举措与经验，为本研究提供了扎实的理论基础。在研究取向上，国内学者侧重于从NIH治理的特定领域提炼可供借鉴的制度经验，具有较强的政策导向性；而国外学者则以推动NIH数据共享政策优化为导向，更多关注影响数字化转型进程的制度因素与组织行为。

2 美国国立卫生研究院数字化转型成功经验

NIH在数字化转型方面积累了丰富且可资借鉴的实践经验，主要体现在注重组织机构的变革与保障、科技资源共享政策的制定与实施、开放共享科研数据平台的建设、数字化人才的培养与储备、信息化基础设施的系统布局，以及参与引领国家/国际重大计划等6个方面。

2.1 组织机构的变革和保障

数字化转型的成功推进，有赖于与组织机构的长期战略目标相匹配的系统性规划与制度设计。NIH持续迭代其数字化战略目标，于2023年正式发布“数字NIH：面向未来NIH的创新、技术和计算”（*Digital NIH: Innovation, Technology and Computing for the NIH of the Future*）战略规划，并于2024年完成版本更新以契合新的政策环境。

数字化战略的落地实施，离不开灵活有力的组织保障体系。作为美国卫生与公众服务部（HHS）的重

要组成部分，NIH主任办公室（Office of the Director）下设约50个管理部门，负责制定NIH全局政策，并统筹规划、管理与协调下属27个研究所与中心的科研活动。其中信息技术中心（CIT）为NIH社区提供信息技术（IT）基础设施与科学计算服务。此外，NIH还建立了首席信息官（CIO）机制，致力于促进科学知识与管理决策的数字化融合与共享。

面对生物医学研究领域“大数据”与数据科学的快速发展，NIH相继设立多个专门委员会与办公室，以应对数字化转型中的组织协调与政策挑战。

科学数据委员会（Scientific Data Council）成立于2013年，由NIH下属各研究所与中心的高层领导及数据科学专家共同组成。该委员会旨在通过跨部门统筹协调，提升数据利用效率，推动数据科学在生物医学研究中的创新与应用。

数据科学政策委员会（NIH Data Science Policy Council）成立于2017年，由NIH高层领导与数据科学领域专家共同组成。其主要职能是为NIH内部跨部门数据科学政策的制定与监管提供协调平台，应对生物医学研究在数据共享、开放数据及数据科学伦理等方面不断涌现的政策挑战，最大化数据利用所产生的社会公共利益。

数据科学战略办公室（Office of Data Science Strategy, ODSS）成立于2021年，负责领导和协调NIH在数据科学、生物信息学、数据共享政策与合规及新兴技术领域的总体布局。ODSS的核心使命是推动NIH数据科学战略计划的实施，构建面向研究发现的数据科学生态系统。

数据科学与技术部（Division of Data Science and Technology）由NIH下属的美国国家心理健康研究所（NIMH）组建，为研究人员提供系统化的数据基础设施支持，并持续推动大脑与行为研究领域新工具、新技术与新方法的研发。上述组织架构的持续优化，体现了NIH在数字化治理方面从分散建设向系统整合、

从技术支撑向战略引领的演进逻辑。

2.2 制定科技资源共享政策

随着数字时代的到来，医疗数据呈现指数级增长，其规模庞大且结构复杂，为科研院所的数据存储与管理带来了全新挑战。为促进科学数据的有效共享与利用，NIH持续制定并完善数据管理与共享政策，这一举措对推动科学研究的创新与发展具有深远意义^[20-26]。一方面，推动科学研究的透明度和合作性。NIH不断与医疗机构、国际政府部门、企业等开展合作项目，积累、共享和交流知识，使研究数据规范化、透明化。另一方面，提高研究的质量和可重复性。NIH鼓励符合“FAIR原则”^①的数据共享^②。为确保数据共享符合数据安全、隐私保护和知识产权等规范，NIH在2024年发起“人工智能倡议”（*Artificial Intelligence Initiatives*），聚焦数据管理人才、伦理偏见与AI就绪度3个方向。

随着科学数据的蓬勃发展，NIH制定的数据共享政策不断演进。2003年《美国国立卫生研究院关于共享研究数据的最终声明》（*Final NIH Statement On Sharing Research Data*）首次将数据共享纳入科研资助管理要求。NIH发布了《美国国家卫生研究院关于数据管理与共享的最终政策》（*Final NIH Policy for Data Management and Sharing*）明确《数据管理和共享政策》（*Data Management and Sharing (DMS) Policy*）于2023年生效，规定提交数据管理共享的计划（DMS）的要求，以及遵守NIH研究所、中心或办公室批准的计划要求。2026年，NIH进一步改革“数据管理与共享计划”（DMS Plan）的提交格式，强化人类受试者

数据保护要求，以提高数据管理计划的一致性和政策执行效率^③。

针对不同类型科研数据，NIH逐步形成分类管理的共享制度。“基因组数据共享政策”（*Genomic Data Sharing Policy*）覆盖大规模基因组数据^④。NIH内部研究计划“人类数据共享政策”（*Intramural Research Program Human Data Sharing (HDS) Policy*）规范二次研究数据使用。与此同时，NIH不断完善科研成果开放获取制度。2024年修订公共访问政策，要求资助论文应提交至美国国家医学图书馆（NLM）的PubMed Central（PMC）。自2025年7月起，NIH取消最长12个月的“禁运期”，实现科研成果即时开放获取，进一步提升科研成果传播效率和开放共享水平^⑤。

NIH自身的政策和同期美国政府的法律法规共同推动了NIH科技资源的免费访问和利用。1997年，美国政府宣布可以通过PubMed和Internet Grateful Med（IGM）免费访问MEDLINE上的资源。2001年的《信息质量法》（*Information Quality Act*）为NIH数据开放提供了质量标准保障。2019年的《开放政府数据法》（*OPEN Government Data Act*）更是为《数据管理和共享政策》的实施提供了直接法律依据。机构和政府的协力推动，进一步加快研究成果转化为知识、产品和程序的速度。

2.3 开放共享科研数据平台

数字资源库的兴起有效突破了传统文献资源在时间和空间上的限制，为知识获取与共享提供了更加便捷高效的途径。伴随互联网技术的发展，NLM提供的

① FAIR指Findable(可查找)、Accessible(可访问)、Interoperable(可互操作)、Reusable(可重用)。

② Data Management. (2025-08-05) [2025-11-06]. https://grants.nih.gov/policy-and-compliance/policy-topics/sharing-policies/dms/data-management?utm_source=

③ Data Management and Sharing Plan Format Page. (2026-04-15) [2026-07-04]. https://grants.nih.gov/grants-process/write-application/forms-directory/data-management-and-sharing-plan-format-page?utm_source=chatgpt.com.

④ MedlinePlus: Genetics. [2026-7-10]. <https://medlineplus.gov/genetics/>.

⑤ 2024 NIH Public Access Policy. (2024-12-17)[2025-11-06]. <https://grants.nih.gov/grants/guide/notice-files/NOT-OD-25-047.html>.

各类数据库资源（表1）^⑥被全球数百万人每年搜索数十亿次。它还支持和开展相关研发和培训工作，并帮助提供美国各地社区的健康信息^⑦。

建设共享开放数据库是NIH实现数字化转型升级的关键因素。这些数据库免费为公众访问，助力科研人员从事科研活动。跨NIH生物医学信息学协调委员会（BMIC）共享存储库网站不仅帮助研究人员找到合适存储库，还持续更新内容和优化功能，并且指导研究人员正确使用数据库。另外，NIH开发共享身份和访问管理工具，帮助研究人员跨NIH数据平台和资源链接并无缝分析数据，通过加强合作促进数据集的广泛访问。

2.4 重视数字化人才的培养

数字化人才是推动数字治理工作的核心要素。作为一项系统性工程，政府层面的数字治理需要跨学科的专业支持，而科研院所的数字治理同样依赖于兼具数学、信息科学和社会治理等多元知识背景的复合型人才。尽管科研院所在科学研究领域拥有大量创新人

才，但数字化人才的短缺已成为制约其数字化转型升级的关键瓶颈。因此，科研院所若要顺利实现数字化转型，必须系统化加强数字化人才的培养与储备。NIH鼓励跨专业人员的合作交流，通过ODSS在4个层面培养数据人才。例如，通过举办“代码马拉松”（Codeathon）活动，汇集不同专业人员，与生物医学界一同开发生物医学数据的高级分析工具；为公众提供数据科学培训资源，包括各科研院所提供的生物信息学培训资源、课程，以及包括数据科学和生物信息学培训在内的在线教程；依托NIH图书馆推出数据科学培训计划资源，为馆员提供有针对性的培训^⑧；ODSS为学生和专业人士提供数据科学相关的机会^⑨。ODSS还建立了“DATA国家服务学者项目”（Data and Technology Advancement (DATA) National Service Scholar Program），以推动数据工具开发、质量评估、疾病预测和数据标准化等前沿项目^⑩。2025年，ODSS与NIH各研究所、中心和办公室开展了广泛合作，在人才培养、分析工具开发和数据基础设施建设等方面

表1 NIH数据库资源
Table 1 NIH database resources

代表数据库	简介
Assembly	提供有关组装基因组结构和组装名称等元数据信息，以及基因组序列数据的链接
BioCollections	包含基因组学、功能基因组学和遗传学研究的集合，并提供指向结果数据集的链接
Bookshelf	收集了生物医学书籍的数据库，可直接搜索或从其他NCBI数据库中链接的数据中进行搜索
ClinicalTrials.gov	提供关于世界各地的公共和私人支持的临床研究的信息
MedGen	医学遗传学信息的门户，提供遗传学相关的数据和知识
NCBI C++ Toolkit Manual	关于NCBI C++工具包的综合手册，可在线搜索，并可作为一系列PDF文档下载
National Library of Medicine (NLM) Catalog	图书馆馆藏的所有期刊、图书、视听、软件、电子资源和其他资料的编目数据
PubMed	来自MEDLINE和其他生命科学期刊的生物医学文献的文摘数据库

⑥ All Resources of National Library of Medicine [2025-11-04] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/guide/all/>.
 ⑦ About the National Library of Medicine. (2025-05-19)[2025-11-06]. <https://www.nlm.nih.gov/about/index.html>.
 ⑧ Data Science Training Resources. (2025-12-30)[2026-07-09]. <https://datascience.nih.gov/twice/training-resources>.
 ⑨ Fellowship and Job Opportunities. (2023-03-28)[2026-07-09]. <https://datascience.nih.gov/twice/fellowship-job-opportunities>.
 ⑩ Data and Technology Advancement (DATA) National Service Scholar Program: Data Scientists Advancing Biomedical Research 2022. (2026-05-14)[2026-07-09]. <https://datascience.nih.gov/data-scholars-2022>.

持续推进。

NIH数字化转型的成功还包括促进科学家之间的跨界合作和学术交流。早在2005年,NIH便全面调研“共同项目负责人”(M-PI)模式,充分了解科学界对M-PI模式的认知程度。2007年,NIH设立M-PI模式。M-PI模式经过2008年和2011年的2次修订得到进一步改进,并沿用至今,该模式弥补了传统科研模式的不足,有效促进医学健康领域基础研究的快速发展^[27]。

2.5 注重信息化基础设施的建设

2025年7月,NIH正式发布《2025—2030年数据科学战略规划》(NIH Strategic Plan for Data Science: 2025 - 2030),确立了五大核心目标:提升数据管理与共享政策支撑能力、开发面向研究的人类衍生数据项目、提供软件计算方法和人工智能的新机遇、支持联合生物医学研究数据基础设施、加强数据科学领域广泛社区建设。该规划建立在2018年NIH首个数据科学战略规划实施5年多的投资基础之上。NIH还于2025年8月宣布新的统一战略,明确将发布AI战略计划,以支持AI在生物医学研究和临床转化中的透明、可验证和有影响力的应用。

为顺应数字时代的医疗研究变化趋势,围绕科研院所的研究任务,NIH充分运用人工智能等新兴技术建设信息化基础设施,助推科研院所尽快完成数字化转型。2018年启动“STRIDES倡议”(STRIDES Initiative),先后与Google Cloud、Amazon Web Services(AWS)和Microsoft Azure等服务商建立合作伙伴关系,致力于将碎片化的健康数据转化为协调高效的系统。在此基础上,NIH实施“云研究计划”(Cloud Research Program),支持研究人员探索和测试利用云解决方案来增强现有活动的潜在机会。“RAS计划”(Researcher Auth Service Initiative)则是为了促

进以一致和用户的方式访问NIH开放及受控的数据资产与存储库。为进一步解决多平台数据分散的问题,“NIH云平台互操作性(NCPI)项目”(the NIH Cloud Platform Interoperability (NCPI) Program)创建联合基因组数据生态系统,确保研究人员能够更轻松地从参与平台中查找和整合数据。2025年,NCPI项目举办了秋季研讨会,推动跨NIH合作伙伴关系,开发和实施标准以促进跨NIH存储库和云平台的数据分析。HEAL数据平台作为基于云端的联合系统,为NIH“帮助终结成瘾长期计划”(Helping to End Addiction Long-term Initiative,以下简称“HEAL计划”)产生的数据提供统一的搜索、发现和分析入口;截至2025年12月,该平台已包含超过1 000项“帮助终结成瘾长期计划”支持的研究,并与19个不同的数据存储库和数据共享平台实现互操作。

随着科技创新的不断发展,新技术在医疗科研领域的引入可以帮助科研院所疾病预防、药物研发、诊断治疗等方面实现新突破。NIH成立了量子信息科学工作组,以协调NIH内部以及与其他USG机构在该领域的利益和活动。另外,NIH还与美国能源部的高级科学计算研究办公室合作,探索量子计算、生物医学研究和数据科学交叉领域的机会^⑪。在人工智能方面,NIH的应用主要集中在4个领域:① ODSS主导的人工智能计划,以解决生物医学人工智能数据治理的劳动力缺口,提高人和机器的伦理、偏见和透明度,并且增强NIH数据的公平性和AI存在性。② Bridge2AI计划,通过建立一套分析工具,使人工智能技术更好地赋能生物医学研究项目。③ “为促进健康公平人工智能/机器学习联盟和研究人员多样性”计划,通过建立合作伙伴关系,提升研究人员和社区代表性。④ 研究所和中心资助的计划,如“HEAL计划”^⑫、ENCODE

⑪ Office of Data Science Strategy of National Institutes of Health. (2024-05-30)[2025-11-06]. https://datascience.nih.gov/quantum-information-science?utm_source.

⑫ “HEAL计划”通过设计、开发和证明人工智能 Survive-ODU 的可行性驱动平台,可以整合复杂的数据源并预测患者复发。

数据分析中心^⑬。在AI应用方面，NIH 2025财年AI应用案例从2024年的82个增至124个；NIH在AI相关研究资助方面的投入近4亿美元。此外，NIH还联合美国国家科学基金会（NSF）和美国食品药品监督管理局（FDA）发起项目资助，以支持数字孪生等技术在医疗保健和生物医学应用中的研究，首批通过的7个新项目获得了超过600万美元的资助^⑭。2025年，NSF、NIH和FDA联合推出的“数字孪生作为生物医学技术创新催化剂的数学基础”（FDT-BioTech）计划持续推进资助，获资助项目涵盖心血管医疗器械虚拟临床试验的数学模型开发、AI伦理使用统计分析工具、基于数字孪生的神经退行性疾病研究等方向。

2.6 积极融入国家和国际开放数据或AI计划

除了延续和夯实自身已有数据资源和战略计划之外，NIH历来也重视与整个国家战略行动计划的融合贡献。

在支撑国家数据资源的整合与共享方面，《2025—2030年数据科学战略规划》是其参与美国国家数据计划的核心纲领文件，具体包括支持美国卫生与公众服务部（HHS）关于增加数据共享、现代化数据基础设施和发展AI能力的目标，以及遵循白宫科技政策办公室（OSTP）发布的相关指南，从技术层面落实联邦政府对公共数据访问的要求。截至2026年7月，NIH在美国数据政府“开放数据门户”（<https://data.gov>）上贡献了2 003个数据集，供用户开放访问和下载。

在融入国家级AI基础设施方面，NIH在2021年发起“美国国家人工智能倡议”（*National Artificial Intelligence Initiative*），2024年发起“国家AI研究资源”（*National AI Research Resource*），这2个美国国家AI计划中发挥重要作用。前者是美国国家AI战略框架，NIH通过生物医学AI、健康数据、AI公平性、AI

数据集建设和AI模型评估等项目参与其中。后者由NSF牵头，NIH参与的主要任务与生物医学AI、健康数据、科研数据资源和AI模型训练有关。

在国际合作方面，通过发起和倡导“通用存储库生态系统倡议”（GREI）、“国际核酸序列数据库合作”（INSDC）、“国际脑计划”（IBI）、“国际癌症基因组联盟”（ICGC）等项目来协调全球的数据资源和AI基础设施，在建设全球基础数据库、推动国际数据标准、支持适配人工智能的生物医学数据、推动安全合规合理共享数据等领域发挥重要领头作用。

3 数字时代NIH对我国科研院所数字化转型的启示

3.1 完善科研院所数字化转型顶层设计

科研院所数字化转型离不开政府的战略引导与资源保障。政府应将其纳入国家科技创新体系顶层设计，提供稳定的资金支持与政策引导；科研院所则应积极对接国家战略规划，融入数字中国建设整体布局^[28,29]。2025年8月，《国务院关于深入实施“人工智能+”行动的意见》将“人工智能+”科学技术置于6项重点行动的首位，并明确提出“推动基础科研平台和重大科技基础设施智能化升级，打造开放共享的高质量科学数据集”，这为科研院所在人工智能时代推进数字化转型提供了明确政策指引。2026年《政府工作报告》进一步提出“支持人工智能开源社区建设”；《中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》亦将“深入推进数字中国建设 提升数智化发展水平”专篇部署，要求“健全数据要素基础制度”，提出“建设开放共享安全的全国一体化数据市场，加快完善数据流通交易规则和标准”。

财政投入是科研院所数字化转型的重要支柱。NIH

^⑬ ENCODE 数据分析中心使用机器学习技术来注释基因组的功能元件。

^⑭ NSF, NIH and FDA support research in digital twin technology for biomedical applications. (2024-08-03)[2025-11-06]. <https://www.nsf.gov/news/nsf-nih-fda-support-research-digital-twin-technology>.

长期以来获得美国国会的持续资金支持^[30]。2018年“帮助终结成瘾长期计划”获11亿美元支持，2020年“诊断快速加速计划”获15亿美元支持^⑤。2022年NIH信息化投入达17亿美元^⑥。但2025年美国计划将NIH拨付给高校和科研机构的间接经费比例削减至15%，引发广泛争议，被认为将直接导致数据基础设施升级缓慢，威胁生物医学创新^⑦。这表明科研经费支持的稳定性与可持续性直接关系到科研院所数字化转型的成效。我国政府应加强顶层设计，为科研院所数字化转型提供必要的资源保障，同时鼓励和引导多元化经费资助渠道，形成政府投入与社会资本协同发力的格局。

3.2 推动科技资源的全流程规范化管理和整合利用

科技资源具有鲜明的全生命周期特征，涵盖资源的计划、生产获取、整理加工、服务利用、归档备份等环节。集中统一管理和利用数据资源，是科研院所实现数字化转型的关键路径。当前，我国科研院所仍普遍存在分散管理的现象，数据格式和标准规范的差异化严重制约了数据整合与共享。对此，有条件的单位则可将数据提交至专业的归口平台或相关科学数据中心^[31]。同时，应提供数字化软件工具，鼓励科研人员使用开放数据库和元数据标准规范，促进现有数据的流通和增值。

科技资源的利用需要遵循国内外政策和法律法规。我国近年来在数据治理制度建设方面取得重要进展。由于生物医药资源的特殊性，在资源利用和共享方面还应遵循《中华人民共和国人类遗传资源管理条例》《中华人民共和国生物安全法》等法律法规，涉及数

据境外流通和共享时需符合《中华人民共和国数据安全法》《数据出境安全评估办法》，以及欧盟《通用数据保护条例》（*General Data Protection Regulation, GDPR*）等要求。利用大语言模型还需遵循欧盟《人工智能法案》（*Artificial Intelligence Act*）、美国《2020年国家人工智能倡议法案》（*National Artificial Intelligence Initiative Act of 2020*）及我国《生成式人工智能服务管理暂行办法》等规范。科研院所应在遵循上述法规的前提下，借鉴NIH通过整合政策、硬件、软件、项目、出版等多方面资源的经验，制定机构层面的数据管理操作指南，使资源管理与共享有章可循、规范有序。

同时，应加强科研机构主体在具体操作层面的政策和指南研究制定，使机构层面的管理和规范化有章可循。NIH通过发布一系列开放数据与开放科学政策，从政策、硬件、软件、科研项目、文献出版、期刊汇聚、能力建设等多方面进行整合，实现了资源的高效调度与组合，这一经验值得借鉴。

科技资源的开放共享是开放科学新范式的重要特征。我国科研院所要实现数字化转型，必须主动拥抱开放科学这一新的科研范式。熟悉相关政策和法律法规，借鉴国际开放科学经验，积极开展国际合作，方能在关键科研领域和变革传统科研范式上实现突破^[32]。

3.3 加强数字化人才培养和能力建设

高素质数字化人才是推动科研院所数字化发展和创新的核心要素。NIH高度重视数字化人才培养^⑧，通过多层次、多渠道的能力建设体系，为数字化转型提供了坚实的人才保障。NIH人力资源办公室下设劳动

⑤ 该计划于2020年4月29日启动，旨在加速新冠病毒感染测试技术的开发、商业化和实施方面的创新。

⑥ Digital NIH: Innovation, Technology, and Computation for the Future of NIH. (2025-02)[2025-11-06]. extension://ngbkcgblmglgld-jfcnhaijeecaccgfi/https://ocio.nih.gov/sites/external/files/2025-02/Digital%20NIH%20Final%20Draft_2025.02.pdf.

⑦ Supplemental Guidance to the 2024 NIH Grants Policy Statement: Indirect Cost Rates. (2025-01-07)[2025-11-06]. https://grants.nih.gov/grants/guide/notice-files/NOT-OD-25-068.html?utm_source.

⑧ NIH-Wide Strategic Plan for Fiscal Years 2021-2025. (2025-01)[2025-11-06]. extension://ngbkcgblmglgldjfcnhaijeecaccgfi/https://www.nih.gov/sites/default/files/2025-01/strategic-plan-fy2021-2025.pdf.

力规划和分析部门，与各研究所、中心和办公室合作，提供数据驱动的意见，并通过咨询、仪表板和分析工具提供战略支持。NIH还设有专门培训中心，提供针对特定机构的培训、职业和领导力发展计划，以及定制化的咨询解决方案^①。此外，NIH联合相关机构共同开发了适合中学生的STEM（科学、技术、工程与数学）教学资源，为学前班至12年级的学生免费提供科学教育材料^②，为未来数字化人才的培养奠定基础。NIH还通过实施共同项目负责人（M-PI）模式，有效促进了科学家之间的跨界合作与学术交流。

数字化人才培养需要系统谋划，并注重多元主体协同参与。当前，我国数字化人才短缺形势严峻。据相关预测，到2025年我国信息与通信技术人才缺口超过2 000万人^③。为此，2025年3月，商务部、国家发展和改革委员会、教育部等8部门发布《加快数智供应链发展专项行动计划》，明确提出“加强数智供应链人才培育”，要求“鼓励企业与高等学校、科研院所协同育人，增强创新型、应用型、复合型数智供应链人才供给”。科研院所应以此为契机，加大数字化人才培养力度，借鉴NIH的人才合作交流模式，将协同育人规划落到实处，推动科研院所与企业、高校、政府部门等多元主体广泛开展合作交流，通过系统性培训提升科研人员的数字技能，鼓励更多人员参与数字治理，从而加速科研院所的数字化转型进程。

3.4 加强内外协同的数据生态系统建设

科研院所数字化转型的核心并非简单建设信息系统或数据库，而是以数据为核心重塑科研组织、资源配置和协同创新机制。NIH以《2025—2030年数据科学战略规划》为战略纲领，以数据管理与共享政策嵌入科研资助全过程，并依托一系列数据和工具平台，形成了“政策牵引—平台支撑—标准约束—安全治理

—开放协同—AI应用”相互耦合的数据生态。借鉴NIH的发展历史和策略，我国科研院所应从分散的信息化建设转向体系化的数据生态建设，将数据作为战略性科研资产进行治理和利用，推动创新模式由“数据孤岛”转向“数据驱动的网络化协同”。

（1）科研院所应强化内部数据治理能力。在院所层面设立数据科学与数字化转型协调机构，统筹科研数据、实验平台数据、样本库数据、临床合作数据、成果转化数据等资源。该机制应联动科研管理、伦理审查、信息安全、平台中心、法务和成果转化等部门，建立统一的数据资产目录、元数据规范、质量评价、分级分类和授权访问制度^[33]。

（2）推动科研数据从项目分散沉淀转向院所级生态积累。科研院所应将数据管理计划纳入项目立项、执行和验收全过程，明确数据采集标准、存储方式、共享范围、伦理合规、知识产权和长期保存责任。对国家重大任务和优势学科方向，应建设形成可持续维护、可重复利用的专题数据库和高质量数据集，避免数据随项目结束而沉睡、流失或重复采集^[34,35]。

（3）以支持适配人工智能数据建设和长效激励机制支撑转型。科研院所应加强数据标注、质控、语义标准、样本追踪、版本管理和可审计能力，建设可计算、可复用、可验证的数据资源。同时，应将高质量数据集、数据标准、数据库工具、开源软件和数据服务纳入科研评价，设立数据管理员、数据隐私合规专家和科研软件工程师等岗位，并提供持续运维经费。

（4）加强外部协同。科研院所应与医院、企业、政府部门和区域创新平台建立数据协作网络。对于敏感数据，应采用可信研究环境、联邦学习、隐私计算和受控访问机制，实现“数据不出域、模型可协同、价值可流通”，在安全合规前提下提升数据要素利用

^① Workforce Planning and Analytics. (2025-09-02)[2025-11-06]. <https://hr.nih.gov/staff-resources/workforce-planning-and-analytics>.

^② STEM Teaching Resources. [2025-11-06]. <https://science.education.nih.gov/>.

^③ 岳悬. 新时代的ICT人才从哪里来,到哪里去? . 人民邮电, 2024-04-11(05).

效率。同时,加强与国内外专业学术组织或社区的合作,融入国际倡议或行动计划中。

4 结语

在数字化转型过程中,NIH通过持续制定和完善数据共享政策,推动科研数据与研究团体和利益相关者的广泛共享,促进知识的交流与合作。通过建设先进的数字化基础设施,NIH实现了科研数据的高效管理与协同共享,有力支撑科研工作的高效完成。NIH的经验表明,数字化转型是一项需要顶层设计、制度建设、人才培养与基础设施协同推进的系统工程。

汲取NIH数字化转型的经验,我国应当以国家战略需求为导向,营造开放良好、安全可信的数字化科研环境,为科研院所数字化转型持续提供支撑。同时,科研院所需加大对信息基础设施的投入,重构基于数字技术等新范式场景的业务流程和模式,注重数字化人才的培养,通过外部交流合作(包括国际合作)和内部组织培训,系统学习数字化转型的理论与实践技能。在“十五五”规划开局之际,把握数字中国建设的战略机遇,加快构建自主可控、开放协同的科研院所数字化体系,将为我国科技创新与高质量发展注入持久动力。

参考文献

- 1 陈明奇.美国国立卫生研究院信息化工作机制研究.电子政务,2012,(10): 74-80.
Chen M Q. Research on informatization working mechanism of the National Institutes of Health. E-Government, 2012, (10): 74-80. (in Chinese)
- 2 朱庆平,钱万强.美国NIH科技评价制度浅析及其启示.中国基础科学,2014,16(3): 33-36.
Zhu Q P, Qian W Q. Analysis on NIH's evaluation system of science and technology. China Basic Science, 2014, 16 (3): 33-36. (in Chinese)
- 3 严舒,汪楠,贾晓峰.美国国家医学科研项目特点分析.科技管理研究,2016,36(5): 172-175.
Yan S, Wang N, Jia X F. Analysis on the management characteristics of the national medical science and technology programs in United State. Science and Technology Management Research, 2016, 36(5): 172-175. (in Chinese)
- 4 张行易,杨阳,李希,等.英、美国立医学科研机构绩效评价体系的比较及借鉴.科技导报,2019,37(9): 75-86.
Zhang X Y, Yang Y, Li X, et al. Performance evaluation systems of national medical institutes in UK and US. Science & Technology Review, 2019, 37(9): 75-86. (in Chinese)
- 5 Psaty B M, Rich S S, Boerwinkle E. Innovation in genomic data sharing at the NIH. The New England Journal of Medicine, 2019, 380(23): 2192-2195.
- 6 刘蓉.借鉴美国国立卫生研究院模式加强我国医疗卫生科研体系建设.中华医学科研管理杂志,2004,17(4): 250-252.
Liu R. Strengthening the construction of China's medical and health research system by learning from the NIH model. Chinese Journal of Medical Research Management, 2004, 17 (4): 250-252. (in Chinese)
- 7 朱燕飞,方晓阳.美国国立卫生研究院运行机制的初步研究.中华医学科研管理杂志,2004(2): 98-100.
Zhu Y F, Fang X Y. Preliminary study on the operating mechanism of the National Institutes of Health. Chinese Journal of Medical Research Management, 2004, 17(2): 98-100. (in Chinese)
- 8 陈宁.美国国立卫生研究院系列调研(一)——基本概况.全球科技经济瞭望,2008,23(3): 39-47.
Chen N. Reports on the National Institutes of Health (I)—General information. Global Science, Technology and Economy Outlook, 2008, 23(3): 39-47. (in Chinese)
- 9 宋凌霄.美国国立卫生研究院发布基因组数据共享政策.科研信息化技术与应用,2014,(6): 95-96.
Song L X. NIH issues finalized policy on genomic data sharing. E-science Technology & Application, 2014, (6): 95-96. (in Chinese)
- 10 Paltoo D N, Rodriguez L L, Feolo M, et al. Data use under the NIH GWAS data sharing policy and future directions. Nature Genetics, 2014, 46(9): 934-938.
- 11 Contreras J L. NIH's genomic data sharing policy: Timing and tradeoffs. Trends in Genetics, 2015, 31(2): 55-57.

- 12 马鹤桐, 吴思竹, 杨林, 等. NIH 生物医学数据共享仓储分析. 中华医学图书情报杂志, 2017, 26(10): 14-21.
Ma H T, Wu S Z, Yang L, et al. Analysis of NIH biomedical data sharing repository. Chinese Journal of Medical Library and Information Science, 2017, 26 (10): 14-21. (in Chinese)
- 13 Rothstein M A. Informed consent for secondary research under the new NIH data sharing policy. The Journal of Law, Medicine & Ethics, 2021, 49(3): 489-494.
- 14 苏连芳, 宋玉琴, 申阿东, 等. 美国国立卫生研究院概况. 生命科学, 2004, 16(2): 117-126.
Su L F, Song Y Q, Shen A D, et al. NIH—The National Institutes of Health. Chinese Bulletin of Life Sciences, 2004, 16(2): 117-126. (in Chinese)
- 15 肖利, 汪飏翔. 利用国外经费资源, 拓展我国科技合作空间——以利用美国科技经费资源为例. 研究与发展管理, 2011, 23(2): 115-120.
Xiao L, Wang B X. Use foreign fund resources and expand S & T cooperation space—A case study on using of U.S. S & T fund. R & D Management, 2011, 23(2): 115-120. (in Chinese)
- 16 钱阳明, 徐世侠, 张嘉诚. 美国转化医学建设情况初探与启示. 转化医学杂志, 2012, 1(3): 132-134.
Qian Y M, Xu S X, Zhang J C. The introduction of translational medicine in United States and our enlightenment. Translational Medicine Journal, 2012, 1(3): 132-134. (in Chinese)
- 17 牛萍, 曹凯. 基础研究领域的项目资助模式与人才资助模式效果比较研究的初步探讨——以美国休斯研究员计划和国立卫生研究院R01项目为例. 中国科学基金, 2013, 27(3): 154-157.
Niu P, Cao K. The comparative study of the effect of funding people model and funding project model in basic research—An Example of HHMI Investigators and NIH RO1. Bulletin of National Natural Science Foundation of China, 2013, 27(3): 154-157. (in Chinese)
- 18 Valantine H A. NIH's scientific approach to inclusive excellence. The FASEB Journal, 2020, 34(10): 13085-13090.
- 19 万劭. 美国政府对顶级科学家的资助研究——以国立卫生研究院为例. 全球科技经济瞭望, 2022, 37(2): 19-27.
Wan M. The way of US government funding for top-level scientists: Take national institutes of health as an example. Global Science, Technology and Economy Outlook 2022, 37(2): 19-27. (in Chinese)
- 20 刘思彤, 游玗怡, 陈光, 等. 科研机构数据管理体系构建研究——来自 NIH 和 CNRS 的经验启示. 全球科技经济瞭望, 2022, 37(6): 33-41.
Liu S T, You D Y, Chen G, et al. Research on data management system construction of research institutes: Experience from NIH and CNRS. Global Science, Technology and Economy Outlook, 2022, 37(6): 33-41. (in Chinese)
- 21 薛秋红, 徐慧芳. 西方国家科研机构科学数据管理政策要素研究. 情报理论与实践, 2021, 44(7): 191-196.
Xue Q H, Xu H F. Study on elements of research data management policy in western scientific research institutions. Information Studies (Theory & Application), 2021, 44 (7): 191-196. (in Chinese)
- 22 储节旺, 汪敏. 美国科学数据开放共享策略及对我国的启示. 情报理论与实践, 2019, 42(8): 153-158.
Chu J W, Wang M. The strategy of open sharing of scientific data in the United States and its enlightenment to China. Information Studies (Theory & Application), 2019, 42(8): 153-158. (in Chinese)
- 23 Rahaman T. Open data and the 2023 NIH data management and sharing policy. Medical Reference Services Quarterly, 2023, 42(1): 71-78.
- 24 Gonzales S, Carson M B, Holmes K. Ten simple rules for maximizing the recommendations of the NIH data management and sharing plan. PLoS Computational Biology, 2022, 18(8): e1010397.
- 25 Jorgenson L A, Wolinetz C D, Collins F S. Incentivizing a new culture of data stewardship: The NIH policy for data management and sharing. JAMA, 2021, 326(22): 2259-2260.
- 26 Higman R, Pinfield S. Research data management and openness: The role of data sharing in developing institutional policies and practices. Program: Electronic Library and Information Systems, 2015, 49(4): 364-381.
- 27 倪明, 霍名赫, 韩立炜, 等. 探索共同项目负责人模式促进学科交叉融合. 中国科学基金, 2023, 37(4): 662-668.
Ni M, Huo M H, Han L W, et al. Exploring M-PI model and promoting interdisciplinary integration. Bulletin of National Natural Science Foundation of China, 2023, 37(4): 662-668. (in Chinese)

- 662-668. (in Chinese)
- 28 徐青. 科研院所改革面临的共性问题. 科技中国, 2021, (11): 16-19.
- Xu Q. Common issues faced by the reform of research institutes. Scitech in China, 2021, (11): 16-19. (in Chinese)
- 29 孙小康, 吴思竹, 张泽, 等. 医学科学数据管理与共享平台原型系统建设. 医学信息学杂志, 2018, 39(8): 19-24.
- Sun X K, Wu S Z, Zhang Z, et al. Building of medical science data management and sharing platform prototype system. Journal of Medical Informatics, 2018, 39 (8): 19-24. (in Chinese)
- 30 刘霞. 美 2023 财年预算大幅增加科研支出. 科技日报, 2022-03-31(04).
- Liu X. The US fiscal year 2023 budget significantly increases research expenditures. Science and Technology Daily, 2022-03-31(04). (in Chinese)
- 31 邢文明, 杨玲. 我国科研机构科研数据管理现状调研. 数字图书馆论坛, 2018, (12): 27-33.
- Xing W M, Yang L. Investigation on the present situation of research data management in Chinese research institutions. Digital Library Forum, 2018, (12): 27-33. (in Chinese)
- 32 汪俊. 美国科学数据共享的经验借鉴及其对我国科学基金启示: 以 NSF 和 NIH 为例. 中国科学基金, 2016, 30(1): 69-75.
- Wang J. American scientific data sharing experience and its implications for NSFC: Case study of NSF and NIH. Bulletin of National Natural Science Foundation of China, 2016, 30 (1): 69-75. (in Chinese)
- 33 Brody J A, Morrison A C, Bis J C, et al. Analysis commons, a team approach to discovery in a big-data environment for genetic epidemiology. Nature Genetics, 2017, 49(1): 1560-1563.
- 34 黎建辉, 李跃鹏, 王华进, 等. 科学大数据管理技术与系统. 中国科学院院刊, 2018, 33(8): 796-803.
- Li J H, Li Y P, Wang H J, et al. Scientific big data management technique and system. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2018, 33 (8): 796-803. (in Chinese)
- 35 于建军, 王月, 汪孔敏, 等. 科研院所数字化体系框架研究与实践. 中国科学院院刊, 2024, 39(8):1327-1335.
- Yu J J, Wang Y, Wang K M, et al. Research and practice of digital institute and its system framework. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2024, 39(8): 1327-1335. (in Chinese)

Open sharing and collaborative governance: Practices and implications of National Institutes of Health's digital transformation

LONG Yuntao^{1,2} WANG Bingzhi³ XU Zheping^{4,5,6*} WANG Yang⁷

(1 Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;

2 School of Public Policy and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China;

3 School of Law, University of Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 102488, China;

4 National Science Library, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;

5 Key Laboratory of New Publishing and Knowledge Services for Scholarly Journals, Beijing 100190, China;

6 School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190, China;

7 Computer Network Information Center, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100083, China)

*Corresponding author

Abstract With the rapid development of information technology, research projects and tasks of research institutes are increasing rapidly. Scientific and technological resources are the core and foundation of scientific research work, and scientific research institutes are faced with the needs of processing, management and coordination of a large number of scientific and technological resources. Digital transformation has become an inevitable choice for the high-quality development of scientific research institutes. The U.S. National Institutes of Health (NIH), as the world's top scientific research institute, has continuously introduced a number of initiatives in the field of digital transformation, such as institutional reform policies, science and technology resource sharing policies, and the construction of resource-sharing digital platforms, and has also achieved remarkable results in the training of digital professionals, information infrastructure construction and international cooperation in open data and AI action plan. Relatively speaking, the digital development of China's scientific research institutes started late, and the construction of data infrastructure and the training of digital talents are lagging behind NIH. By systematically combing and analyzing the initiatives of digital transformation of NIH, this study summarizes the digital transformation experience of NIH, improves the accessibility and transparency of scientific research data, and provides experience reference for promoting the digital transformation and upgrading of scientific research institutes, building digital research institutes, improving research efficiency, and promoting the development of science and technology.

Keywords research institutes, scientific research data, data sharing, digital transformation

隆云滔 中国科学院科技战略咨询研究院副研究员。中国计算机学会开源发展技术委员会执行委员、开源战略工作组组长。主要研究领域：开源创新发展、数据治理、开源人工智能。E-mail: yuntaol@casisd.cn

LONG Yuntao Associate researcher of Institutes of Science and Technology, Chinese Academy of Sciences (CAS), executive member of Open-source Development Technology Committee of China Computer Federation, and head of the Open Source Strategy Working Group. Her research focuses on open-source innovation development, data governance, and open-source artificial intelligence. E-mail: yuntaol@casisd.cn

许哲平 中国科学院文献情报中心研究馆员, 中国计算机学会开源发展技术委员会、CODATA(国际数据委员会)、GBIF(全球生物多样性信息机构)等国内外专业组织成员。主要研究领域: 科学数据、开放科学和情报分析。E-mail: xuzp@mail.las.ac.cn

XU Zheping Research librarian of National Science Library, Chinese Academy of Sciences (CAS). He is the member of Open-source Development Technology Committee of China Computer Federation, CODATA and GBIF. His research mainly focuses on research data, open science and intelligence analysis. E-mail: xuzp@mail.las.ac.cn

■ 责任编辑：岳凌生