

· 管理纵横 ·

# 国家自然科学基金委员会信息化建设 现状及智能化发展展望

李 东<sup>1†</sup> 郝艳妮<sup>1†</sup> 彭升辉<sup>1</sup> 武 海<sup>1</sup> 唐 卷<sup>1,2</sup> 刘西蒙<sup>1,3\*</sup>

1. 国家自然科学基金委员会 信息中心, 北京 100085
2. 广州大学 计算机科学与网络工程学院, 广州 510006
3. 福州大学 计算机与大数据学院, 福州 350116

**[摘 要]** 国家自然科学基金委员会(以下简称“自然科学基金委”)着力促进信息化与科研活动、科研管理体系的融合。随着以人工智能、大数据等智能化技术为代表的新生产力不断发展,以数据为驱动的科学基金信息化向智能化前进了一大步。本文以自然科学基金委智能化信息平台建设为主线,介绍现有信息化平台的建设情况,分析目前建设中面临的挑战,并给出在后续信息化建设中的思考与建议,充分挖掘信息技术对科学基金资助管理的主动支撑作用,促进自然科学基金委智能化建设发展。

**[关键词]** 信息化建设;智能化;自然科学基金;大数据

目前,人类已经步入以信息技术为核心的知识时代,信息资源已经成为重要的战略资源,这已成为世界范围的普遍共识和发展大势。随着数据资源的不断丰富、计算能力的快速提升,人工智能、云计算、大数据等新一代信息技术的广泛应用,以数据驱动的智能应用快速兴起,信息化正在开启以数据的深度挖掘和融合应用为主要特征的智能化阶段。信息智能化已成为推进全球政府、企业发展的一个综合实力的重要标志。根据《2020 联合国电子政务调查报告》<sup>[1]</sup>,我国电子政务发展指数国际排名从 2018 年的第 65 位上升到 2020 年的第 45 位。国际数据公司(International Data Corporation, IDC) 2021 年发布了《2021 年 V1 全球大数据支出指南》<sup>[2]</sup>指出,



**李东** 国家自然科学基金委员会信息中心研究员,主要研究领域为科技政策与科研信息化。长期致力于科学基金信息化建设及相关政策理论研究,至今发表学术论文 20 余篇。



**郝艳妮** 国家自然科学基金委员会信息中心副研究员。主要研究方向为数据库管理与使用、计算机架构分析、计算机软件应用与维护。多年从事信息系统的建设与管理工 作,至今发表学术论文 10 余篇。



**刘西蒙** 福州大学研究员,博士生导师,网络系统安全福建省高校重点实验室主任,荣获 ACM 中国计算机安全新星奖,福建省“闽江学者”特聘教授,福建省“雏鹰计划”青年拔尖人才等。主要研究领域为数据安全与密码学。长期致力于密态计算理论及相关安全理论研究,至今发表学术论文 100 余篇。目前主持国家自然科学基金面上项目、福建省自然科学基金“杰出青年”项目等多项研究课题。担任《通信学报》《网络与信息安全学报》等多个学术期刊的编委。

中国大数据市场发展迅速,五年复合年均增长率(Compound Annual Growth Rate, CAGR)约为 19.7%,增速领跑全球。2025 年全球数据量预计将达到 175 ZB,是 2020 年 40 ZB 的四倍多。当数据成为愈发重要的资产,网络与数据安全也面临着更严

收稿日期:2021-12-24;修回日期:2022-02-11

\* 通信作者,Email:liuxm@nsfc.gov.cn

† 共同第一作者。

峻的形势。根据国家工业信息安全发展研究中心发布的《2020年工业信息安全态势报告》<sup>[3]</sup>,国家工业信息安全监测预警网络全年捕获来自境外的恶意网络攻击累计200余万次。《中华人民共和国网络安全法》(2016年)《中华人民共和国数据安全法》(2021年)《中华人民共和国个人信息保护法》(2021年)等法律法规,正式提出了多项旨在保障网络与数据安全的制度,为我国数据安全法律体系的建立和完善搭建了基础框架。

国家自然科学基金委员会(以下简称“自然科学基金委”)作为国家科研资助体系的重要组成部分,着力促进信息化与科研活动、科研管理体系的融合,充分挖掘信息化对科研资助业务和科研资金管理的主动支撑作用;在科学基金管理、开放共享、知识服务、办公自动化、信息安全、数据中心、基础设施等方面均取得了显著成效,建成了比较完善的科学基金信息化管理体系。随着自然科学基金委全面深化改革工作的落实,以及科学基金全流程管理要求的变化,也出现了系统独立、互不连通,用户使用信息系统仍然存在高峰时段响应速度较慢、界面交互不够智能、缺少多语种支持等问题。

自然科学基金委在《国家自然科学基金“十四五”发展规划》<sup>[4]</sup>《2021—2035年科学基金中长期发展规划》<sup>[5]</sup>中提出:“研究进一步提升行政管理运行能力和效率的措施,提高办公自动化水平;持续加强安全保密管理,保障科学基金管理的高效运转”。自然科学基金委成立35年来,自然科学基金不断探索

科技管理改革,创新资助管理机制,完善同行评议体系,提升资助管理水平。本文以自然科学基金委为研究对象,介绍现有基金委信息化建设现状,分析现有信息化建设中的不足与挑战,并讨论如何运用新兴技术不断提升自然科学基金相关系统服务水平、智能化水平和网络安全水平。

## 1 自然科学基金委信息化现状

自然科学基金委目前已建成了以科学基金项目管理为核心的“科学基金网络信息系统”“科学基金共享服务网”“基础研究知识库”“新一代办公自动化平台”以及以基础设施为主的“科学基金信息数据中心”“信息化基础设施”,整体架构如图1所示。

“科学基金网络信息系统”(以下简称“业务系统”)支撑项目全过程管理,包括申请、评审、立项、在研、结题、成果、资金、变更等核心业务。现有的业务系统在申请阶段提供了无纸化申报的支撑平台,减轻了科学家与管理工作者纸质报送的负担;在评审阶段,率先在科研资助领域试点应用计算机辅助推荐专家的模式,有效保障了评审工作的科学性与公正性,提高了评审工作的效率;在服务提升方面,建设了申请书内容相似性检查、会议评审管理、个人成果管理、中期与结题报告验收管理等专项任务管理系统,拓展了科学基金管理平台的业务涵盖范围;在依托单位管理方面,搭建了包含注册、变更、培训、联络网管理等功能的依托单位管理体系,完善了依托单位的日常管理;在系统安全建设方面,重点构建了

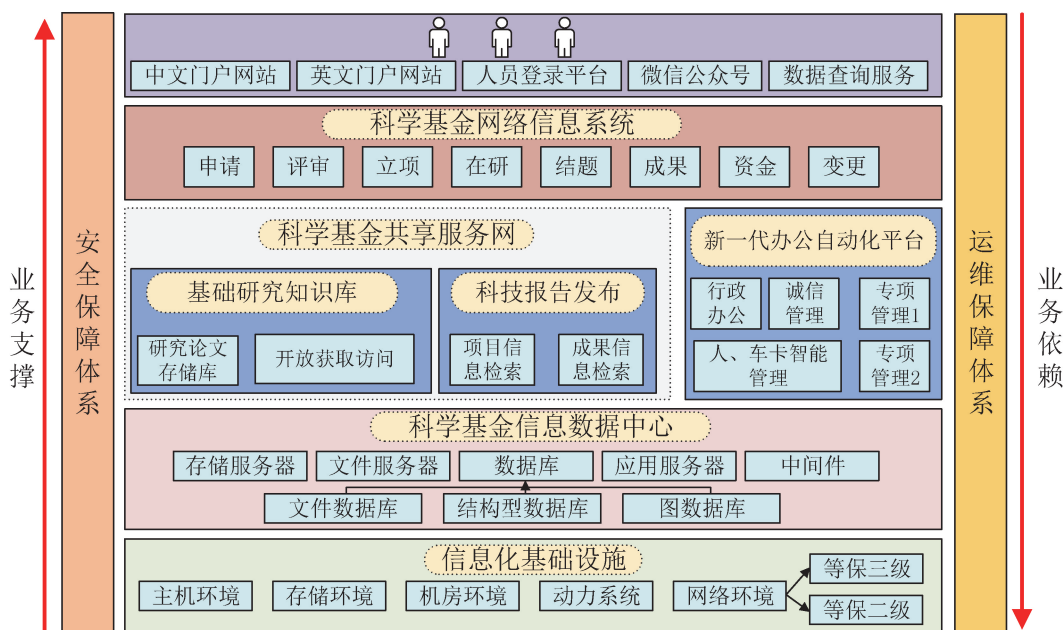


图1 自然科学基金委信息化总体架构

多维系统权限控制体系以及日志审计功能,健全了项目管理流程可控、痕迹可查的功能。如图 2 所示,在 2016~2021 年间信息系统数据统计显示项目申请数量和项目获批数量均不断增加。截止目前,科学基金申请项目总数量为 142.9 万份,资助项目总数量是 27.01 万份,信息系统注册用户超过 50 万人。

“科学基金共享服务网”实现了科学基金资助项目、结题信息和结题成果全方位、一体化的信息检索与服务,为科研人员、科研机构和社会公众提供查询和浏览服务,为国家科技成果转移转化提供基础研究成果查询与数据支撑<sup>[6]</sup>。截止目前,科学基金共享服务网已公布资助项目信息 63.7 万项、结题项目信息 41.3 万项、结题项目全文 36.5 万项、结题项目成果 467 万条。其中,2021 年访问人次达 841.6 万次。

“基础研究知识库”收集并保存了科学基金资助项目研究论文的元数据与全文,为社会公众提供开放获取服务<sup>[7]</sup>。目前,已公开论文全文 83.6 万篇,涉及研究机构 2 052 家,作者 79 万个;访问量达到 1 408 万多次,下载量达到 202.3 万多次。其中,2021 年月均访问人次为 16.5 万,日均访问 5 千余人次。

“新一代办公自动化平台”(以下简称“办公平台”)实现了辅助行政办公业务和基金管理业务的资

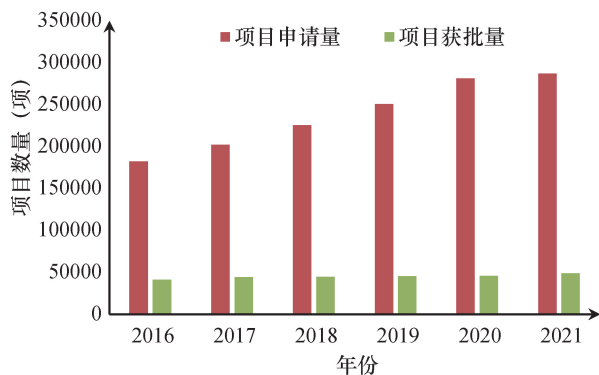


图 2 2016—2021 年项目申请量与获批量趋势

表 1 2021 年各平台访问量与数据量基本情况

项目类别	2021 年月均访问量(万)	存储数据量(TB)
科学基金项目业务管理系统	4 200	98.0
科学基金共享服务网	162	20.0
基础科学研究知识库	77	10.0
新一代办公自动化平台	31	0.50
总计	4 470	128.5

源共享和互联互通,完善了移动办公环境,为科学基金管理提供深层次信息化服务与支持。办公平台初步实现了内部信息的数据共享和数据交换,实现及时、快捷管理功能;梳理了自然科学基金委各部门的门户网站,明确了部门网站建设规范,提升了服务水平与用户满意度。目前,自然科学基金委完成了历史项目申请书与结题报告的纸质项目档案的数字化加工处理,提升了科学基金项目历史档案完整性;2021 年门户网站截止到 10 月份累计访问人次达到 6 600 余万,其中,“通知公告”栏目访问量占比 25%,“基金要闻”栏目访问量占比 11%,“项目指南”栏目访问量占比 6%。

在基础设施方面,自然科学基金委构建了“科学基金信息数据中心”(以下简称“数据中心”)总体架构,并逐步按照架构设计进行实施建设和开发。目前,数据中心管理了各类型数据库 30 余套,存储了申请数据 301.9 万条、项目批准数据 65.8 万条、注册用户 81.6 万、单位信息 2 万余个、各类报告文档 158.1 万份、个人成果信息 2 090.6 万条,其数据总量约 300 TB。

自然科学基金委还建成了由网络环境、主机环境、存储环境、机房设施、终端设施、无线网准入等构成的信息化基础设施。在网络架构方面,实现了服务器按业务功能的网络分区管理,完成了千兆网络到万兆网络的基础环境升级以及从单链路到双链路的可靠性升级;在数据存储与备份方面,建立了以科学基金项目业务管理平台为主的统一存储、分布式备份以及应急恢复的管理机制。

## 2 自然科学基金委信息化向智能化发展面临的挑战

近几年,自然科学基金委致力于全面深化科学基金改革,提出了三大改革任务,即明确资助导向,完善评审机制,优化学科布局。在完善评审机制的重点改革任务中,特别提出要构建负责任、讲信誉、计贡献的分类评审,打造智能辅助管理评审系统(如图 3)<sup>[8]</sup>。此外,还需要完善成果应用贯通机制,加强大数据知识服务平台建设、成果识别与发现、成果精准推送等方面的能力建设。自然科学基金委在信息化向智能化发展的过程中还面临如下挑战:业务量与业务种类日益增加,数据红利没有得到充分释放,信息化模式单一,网络信息安全态势复杂严峻。这些挑战都是未来信息智能化中需要重点解决和关注的问题:

(1) 业务量与业务种类日益增加。2016—2021 期间,业务系统中委内用户 760 余人,同比 2011—2015 期间增加了近 30%;评审专家近 27 万人,同比增加了近 50%(如图 4);项目负责人近 36 万人,同比增加了近 80%;基础研究人员增加了近 50 万;依托单位管理用户 2 万余个,同比增加了 2 倍。以 2020 年为例,受理了来自全国共 2 300 多个依托单位提交的近 28 万份申请,向同行专家发送了 100 万份电子评议,择优资助 1 400 多家依托单位的各类项目 4.5 万项。目前的信息系统将面临业务量持续增加的严峻挑战。

(2) 数据红利未得到充分释放。多年来积累的自然科学基金大数据作为自然科学基金委宝贵的核心资产,其所产生的红利仍被低估。自然科学基金委科研大数据包括研究人员、研究过程、资助管理、研究环境和研究成果等科研全过程数据,是来之不易的基础研究相关的战略资源,也是自然科学基金委建立所有业务系统的数据基础。目前,自然科学基金委科研大数据利用已经不再是简单的数据仓库,而是要通过对数据的深度加工和挖掘,提炼出供基金

管理人员决策分析、供资助人员按需所得的知识服务,并通过业务终端的持续学习,最终将知识服务转化为智慧服务,充分发挥科学基金全过程管理的优势。

(3) 信息化管理模式有待转型。自然科学基金委信息化建设模式比较单一,存在开发周期长、项目管理繁琐等问题;在信息化运维工作中,核心管理人员面临知识更新不够及时、难以适应信息化的高速发展等问题。因此,未来整合服务力量、完善信息化管理模式势在必行。

(4) 网络信息安全态势复杂严峻。网络安全已经成为国家安全的重要组成部分,国家关于网络安全的要求不断提高。信息系统都面临来自外部网络和内部系统的双重威胁。自然科学基金委信息系统仍可能存在信息泄露、网络入侵等安全风险,有组织、有目的的网络攻击行为也变得日益猖獗。其中,2021 年共受到各类网络攻击数百万次。未来需要不断提高网络安全抵御能力,进一步完善安全保障体系,为科学基金管理提供稳定可靠的信息化网络运行环境。

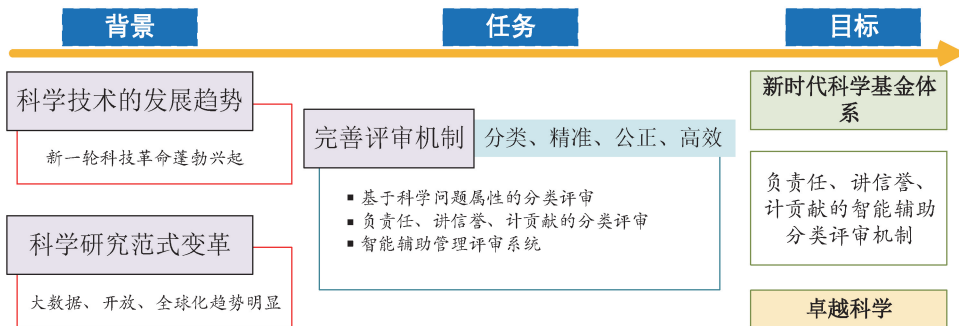


图 3 国家自然科学基金委全面深化科学基金改革背景、任务和目标

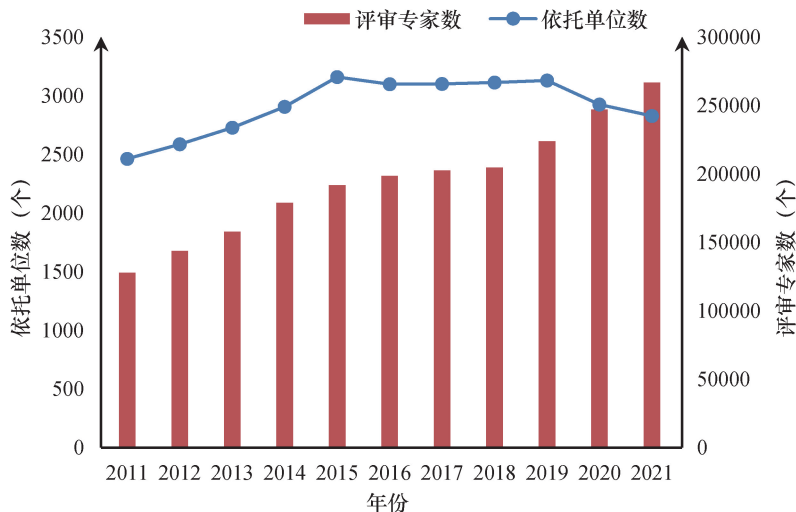


图 4 2011—2021 年评审专家与依托单位变化趋势

### 3 从信息化到智能化建设的思考与建议

自然科学基金委信息化平台的建设,需要着眼于未来科学基金发展与深化改革需求,加强信息化建设的顶层设计。自然科学基金委新一代信息智能化的建设,应在充分考虑评审、管理及开放共享特点前提下,达到“更智能、更开放、更完善、更安全”的总体目标。具体而言,“智能化”需要利用人工智能、大数据等新兴技术提升信息系统的辅助智能化水平;“更开放”一方面需要将更多的论文全文对外进行开放共享,另一方面基金数据与政府数据、社会数据的互连互通;“更完善”则需要完善组织机构,提高全员信息化能力和素质,打通人与机器之间综合的壁垒;“更安全”则需要在新一代信息智能化平台建设时,进一步数据安全、敏感信息泄漏、关键信息基础设施受大规模攻击等风险。具体而言包括以下几点:

(1) 构建一站式科学基金智能服务系统。加强“泛在化、智能化、国际化”的系统建设,为各类管理人员、科研人员和社会公众提供统一的信息访问服务,通过数据挖掘、机器学习、计算机图形学、信息可视化等技术,形成面向基础研究和业务管理的大数据知识图谱,推进建设科学基金项目人工智能辅助指派系统以及辅助决策系统。

知识图谱服务是利用已积累的自然科学基金委科研大数据,用可视化技术描述知识资源及它们之间的相互联系,向广大基础研究人员、依托单位、资助管理人员、政府部门以及社会大众提供智慧型搜索服务,依据逐步完善的科学基金全学科领域的学术知识图谱,利用深度学习等技术实现自动发现、自动构建。在学术图谱的基础上,实现对申请书、评审专家的深度画像,提供一套可配置可学习的计算机辅助推荐算法。目标是为资助决策者制定基础研究发展方向的战略规划、指定资助资源分配策略和研究成果评估时提供辅助支持。

(2) 建设统一标准化的基础研究数据资源平台。以自然科学基金委现有的基础研究数据资源为基础,通过整合其他应用范围广、价值高、规范化的国际、国内数据资源,汇集形成标准化的基础研究数据资源平台,进一步利用知识库对数据进行分析、挖掘、推理,为知识服务平台提供大量的源数据,为科学基金申报、评审、成果共享与交流提供数据基础,并提供统一、稳定、可信的大数据资源治理支持。一是提供数据和知识的共享和利用,是向用户提供信息传播、共享、交换的平台,将从深度搜索、专题生成

等服务功能向用户开放。二是向基础研究人员和社会公众提供基金资助项目查询和结题报告相关成果信息共享,提供时效性强、准确度高的专业数据资源检索服务,研究专题生成、个性化精准推送等定制服务。三是主动研发与国家科技管理信息平台的对接系统和技术标准,实现基于网络的科研资助、管理信息以及科研数据的共享。

(3) 完善科学基金大数据知识管理服务平台。实现科学基金数据与政府数据、社会数据的互连互通,通过构建科学基金大数据知识管理服务平台,基于分布式、自治化的数据治理架构,支持数据开放、共享、汇聚、处理、管理、分析、溯源的全生命周期治理,提供研究人员大数据、研究活动大数据、资助管理大数据、研究环境大数据、研究成果大数据、学科布局大数据等多个方面的数据服务。

(4) 加强自然科学基金委信息化人才支撑体系建设。应从完善组织机构和加强队伍建设两个方面构建自然科学基金委信息化人才支撑体系,具体措施如下:一是完善组织机构建设,落实岗位责任制度。建立统一的信息化管理体制及其组织体系,形成信息化建设的合力。增强对信息化建设运行管理和维护能力,扩大服务模式,将更专业的技术力量参与到信息系统的建设和维护工作中来。二是积极开展全员信息化技术培训活动。对使用自然科学基金委信息系统的用户,应通过线上或线下开展培训,提高全员信息化能力和素质,打通人与机器之间的交互屏障,使自然科学基金委的信息化建设进入一个人机互动的良性循环。

(5) 实现更安全的保障体系建设。完善的自然科学基金委安全保障体系,必须不断提高安全技术水平,从目前多发的、新近的安全事件从吸取经验教训,不断采用先进的安全保障机制和技术,保证安全手段不被破解、防御系统坚固有效。具体措施如下:一是推进网络安全等级保护制度(等保 2.0)落地。严格按照《中华人民共和国网络安全法》《中华人民共和国数据安全法》《网络安全等级保护条例》以及等保 2.0 的要求逐步推进落地建设和实施等方面的工作。二是落实关键信息基础设施保护。根据国家相关部门的要求,开展关键信息基础设施的认定、报送、安全建设等工作。三是开展国产密码算法应用实践。根据《信息系统密码应用基本要求》(GM/T0054—2018)<sup>[9]</sup>的要求,逐步开展国产密码算法的改造和应用工作,并通过密码应用测评。四是加强运行安全制度保障建设,包括安全管理机制落实强

化、开展态势感知体系建设、安全运行服务水平提升和开展数据级容灾体系建设。

综上所述,通过长期建设自然科学基金委信息化,取得了一定的成绩。目前在国家信息化统一要求以及信息技术更替的大背景下,自然科学基金委信息化智能化建设面临着更多的挑战,需要加强面向未来的技术与人员等各方面的储备,提前做好规划迎接挑战。

### 参 考 文 献

- [1] 联合国经济和社会事务部. 2020 联合国电子政务调查报告: 数字政府助力可持续发展十年行动. 联合国. [2022-11-22]. [https://publicadministration.un.org/egovkb/Portals/egovkb/Documents/un/2020-Survey/2020%20UN%20E-Government%20Survey%20\(Chinese%20Edition\).pdf](https://publicadministration.un.org/egovkb/Portals/egovkb/Documents/un/2020-Survey/2020%20UN%20E-Government%20Survey%20(Chinese%20Edition).pdf).
- [2] International Data Corporation. Worldwide Big Data and Analytics Spending Guide. (2022-3-29)/[2022-11-22]. [https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=IDC\\_P33195](https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=IDC_P33195).
- [3] 国家工业信息安全发展研究中心. 2020 年工业信息安全态势报告. (2021-2-5)/[2022-11-22]. [http://www.icsisia.com/Uploads/image/file/20210210/20210210101618\\_26781.pdf](http://www.icsisia.com/Uploads/image/file/20210210/20210210101618_26781.pdf).
- [4] 国家自然科学基金委员会. 国家自然科学基金“十四五”发展规划. [2022-11-22]. <https://www.nsf.gov.cn/publish/portal0/tab1392/>.
- [5] 国家自然科学基金委员会. 国家自然科学基金信息科学 2021—2035 年中长期发展规划. (2019-07-31)[2022-11-22]. <https://www.nsf.gov.cn/publish/portal0/tab1126/info82799.htm>.
- [6] 李东, 于笑丰, 杜一, 等. 国家自然科学基金资助成果开放共享平台: 现状与展望. 中国科学基金, 2021, 35(5): 808—814.
- [7] 姚畅, 王晓帆, 杜一, 等. 国家自然科学基金大数据知识管理服务总体方案及关键技术研究. 中国科学基金, 2019, 33(1): 55—61.
- [8] 国家自然科学基金委员会. 国家自然科学基金委员概况. [2021-12-24]. <https://www.nsf.gov.cn/publish/portal0/jgsz/01/>.
- [9] 密码行业标准化技术委员会. GM/T0054-2018 信息系统密码应用基本要求. 北京: 中华人民共和国密码行业标准, 2018.

## Information Construction of the National Natural Science Foundation of China: Today and Intelligent Development Prospects

Dong Li<sup>1†</sup>    Yanni Hao<sup>1†</sup>    Shenghui Peng<sup>1</sup>    Hai Wu<sup>1</sup>    Juan Tang<sup>1,2</sup>    Ximeng Liu<sup>1,3\*</sup>

1. Information Center, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085

2. School of Computer Science and Cyber Engineering, Guangzhou University, Guangzhou 510006

3. College of Computer and Data Science, Fuzhou University, Fuzhou 350108

**Abstract** The National Natural Science Foundation of China (NSFC) strives to promote the integration of informatization with scientific research activities and scientific research management systems. With the continuous development of new productivity represented by intelligent tools such as artificial intelligence and big data, the NSFC information intelligence construction continues to face challenges. To fully tap the active supporting role of informatization on scientific research funding business and scientific research fund management and optimize the development of the intelligent construction of NSFC, this article focuses on the construction of the information intelligence platform of the NSFC, introduces the construction of the existing information platform, analyzes the existing challenges in the construction of information intelligence, and gives thoughts and suggestions in the subsequent construction of information intelligence.

**Keywords** information construction; intelligence; science fund; big data

(责任编辑 崔国增 张强)

\* Contributed Equally as the co-first authors.

† Corresponding Author, Email: liuxm@nsfc.gov.cn