

信息领域国家重大科研仪器研制项目 受理与资助情况综述

文 珺¹, 吴泽彬^{1,2}, 张丽佳¹, 何 杰¹, 刘 克¹

(1. 国家自然科学基金委员会信息科学部, 北京 100085; 2. 南京理工大学计算机科学与工程学院, 江苏南京 210094)

摘 要: 信息领域国家重大科研仪器研制项目旨在面向信息领域的世界科学前沿和国家重大需求, 突出科学目标引导, 鼓励和培育具有原创性学术思想的探索性科研仪器设备研制, 支持原创性科研仪器与核心部件研制, 为科学研究提供新手段和新工具, 探索自然规律和开拓学科研究领域, 提升我国科学研究原始创新能力. 本文对2012—2021年信息领域国家重大科研仪器研制项目的受理与资助情况进行梳理与分析, 为新时期信息科学领域重大科研仪器研制项目的管理提供参考.

关键词: 信息领域; 国家重大科研仪器研制项目; 受理与资助情况

中图分类号: G20

文献标识码: A

文章编号: 0372-2112(2023)02-0508-06

电子学报 URL: <http://www.ejournal.org.cn>

DOI: 10.12263/DZXB.20230044

Proposal Applications and Awards of the Research Program of National Major Research Instrument in Information Field: An Overview

WEN Jun¹, WU Ze-bin^{1,2}, ZHANG Li-jia¹, HE Jie¹, LIU Ke¹

(1. Department of Information Science, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085, China;

2. School of Computer Science and Engineering, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing, Jiangsu 210094, China)

Abstract: The Research Program of National Major Research Instrument in information field, aims at scientific frontier and major national needs of information science, highlights the guidance of scientific targets, encourage the development of explorative scientific research instruments with original academic ideas, supports the developments of original scientific instruments and core components, provides novel means and tools for scientific research, drives the development of disciplines, explores nature law, exploits research area, and promotes the original innovation capability of national scientific research. This paper summarizes the proposal applications and awards of the Research Program of National Major Research Instrument of information science field in recent 10 years (2012—2021), and provides references for funding management of the Research Program of National Major Research Instrument in new period.

Key words: information science field; research program of national major research instrument; proposal applications and awards data

1 引言

国家自然科学基金委员会(以下简称自然科学基金委)国家重大科研仪器研制项目面向科学前沿和国家需求,以科学目标为导向,资助对促进科学发展、探索自然规律和开拓研究领域具有重要作用的原创性科研仪器与核心部件的研制,以提升我国的原始创新能力.

自然科学基金委1998年设立“科学仪器基础研究

专款”,资助学科发展前沿所急需的重要科学仪器的创新性研制或改进.2011年,根据国家科学和经济社会发展战略布局,面向科学前沿和国家需求,以科学目标为导向,设立了“重大科研仪器设备研制专项”.2014年,自然科学基金委将“科学仪器基础研究专款”和“重大科研仪器设备研制专项”整合为“国家重大科研仪器研制项目”^[1,2].

本文现对自然科学基金委信息领域国家重大科研

仪器研制项目近十年(2012—2021年)的受理与资助情况进行分析,为进一步优化资助管理提供参考。

2 受理与资助概况

国家重大科研仪器研制项目分为自由申请(直接费用预算小于1 000万元/项)和部门推荐(直接费用预算大于或等于1 000万元/项)两个亚类。自由申请类项目申请人可通过依托单位自行申请。部门推荐类项目申请人应当经以下项目组织部门推荐申请:教育部、中国科学院、自然资源部、工业和信息化部、生态环境部、农业农村部、国家卫生健康委员会、中国地震局、国家市场监督管理总局、中国气象局、中国工程物理研究院、中央军委装备发展部和中央军委后勤保障部。国家重大科研仪器研制项目评审过程主要包括项目初审、通讯评审、科学部专家咨询委员会(扩大)会议遴选(仅部门推荐类)、会议评审、资金预算评审、现场考察(仅部门推荐类)和委务会议审批等。

信息领域国家重大科研仪器研制项目一直受到科研人员的广泛关注。2012—2021年,年度受理数增加了近两倍,共受理1 702项,为全委受理项数最多的领域,2016年受理项数占全委31.68%。各年受理项数如图1所示,信息领域均为当年全委受理项数最多的领域。

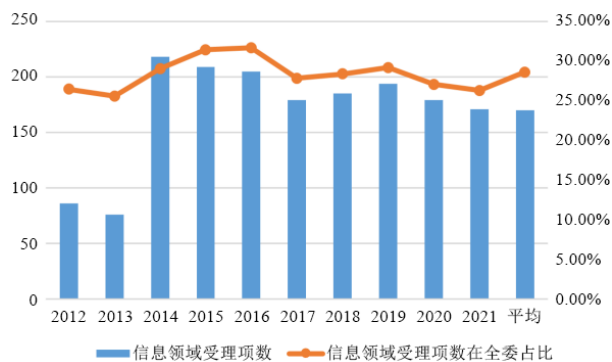


图1 信息领域国家重大科研仪器研制项目受理项数及占全委受理项数比例(2012—2021年)

2012—2021年共批准资助信息领域国家重大科研仪器研制项目221项,年度资助项数自2012年的9项增长到2014年起年均近25项,2016年及2020年为28项。十年间,年度资助数增加了2~3倍,累计资助项数占全委资助项数的29%左右(表1),为全委资助项数最多的领域。

2012—2021年信息领域国家重大科研仪器研制项目总体平均资助率12.79%,与全委的平均资助率基本持平,如图2所示。

2012—2021年信息领域国家重大科研仪器研制项目累计资助经费22.511亿元,占全委资助经费的24.69%,其中2018年占比为32.99%。

表1 信息领域国家重大科研仪器研制项目历年资助项数和资助经费(2012—2021年)

年度	资助项数	资助经费/万元
2012	9	21 860
2013	15	22 750
2014	20	22 195
2015	27	16 433
2016	28	24 159
2017	23	16 521
2018	28	27 580
2019	23	20 984
2020	28	27 140
2021	20	25 492
合计	221	225 114

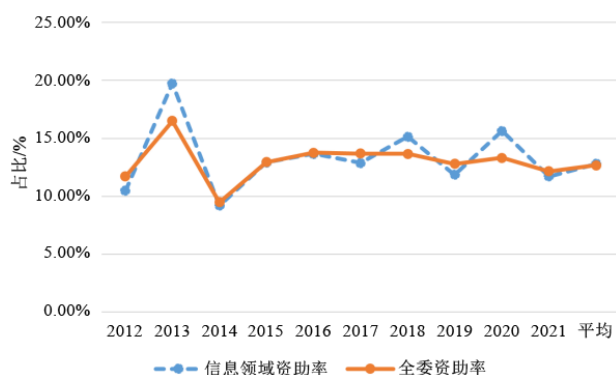


图2 国家重大科研仪器研制项目资助率(2012—2021年)

2012—2021年信息领域国家重大科研仪器研制项目(部门推荐)受理项数共88项,资助项数10项,资助项数在全委各资助领域中位居第二,仅次于数理领域。信息领域部门推荐类项目平均资助率为11.36%,略高于全委的平均资助率,如图3所示。

2012—2021年信息领域国家重大科研仪器研制项目(自由申请)受理项数共1 614项,资助项目共211项,历年受理项数、历年资助项数及累计资助项数均为全委最多的领域。信息领域平均资助率为13.07%,略高于全委平均资助率(11.27%),平均资助经费逐渐增加至2021年度的842.02万元/项,如表2所示。

3 受理与资助情况分析

信息领域国家重大科研仪器研制项目2012—2021年各学科方向的受理和资助情况如表3所示。受理项数最多的为激光技术与技术光学412项,其次为信息获取与处理288项,信息光学与光电子器件231项,半导体科学与信息器件205项;这些学科方向应用性较强,国内在这方面的科研仪器成果积累较多且相对成熟,大多是关键元器件的创新,对于我国卡脖子技术攻关具有重要意义,需要进一步鼓励科学家进行源头创新。

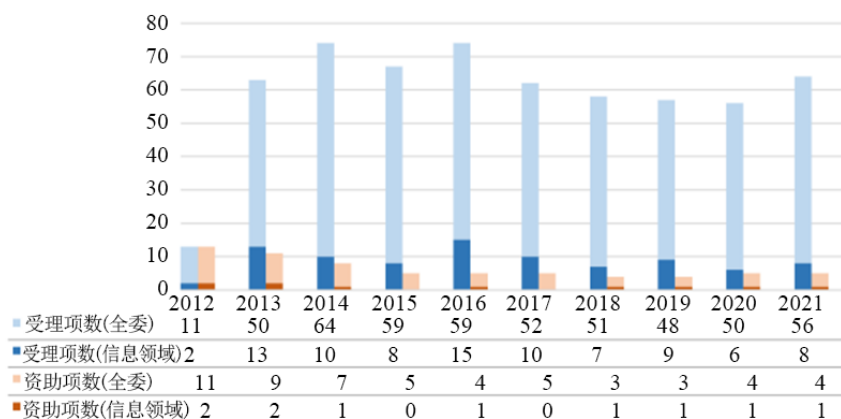


图3 信息领域国家重大科研仪器研制项目和全委重大科研仪器研制项目(部门推荐)受理和资助情况(2012—2021年)

表2 信息领域国家重大科研仪器研制项目(自由申请)受理和资助情况(2012—2021年)

年度	受理项数	资助项数	平均资助经费/万元	资助率/%
2012	84	7	672.86	8.33
2013	63	13	696.15	20.63
2014	208	19	773.42	9.13
2015	201	27	608.62	13.43
2016	190	27	646.18	14.21
2017	169	23	718.3	13.61
2018	178	27	695.17	15.17
2019	185	22	718.12	11.89
2020	173	27	716.46	15.61
2021	163	19	842.02	11.66
合计	1 614	211	708.73	13.07

由于研究基础和学科特点的原因,理论计算机科学、计算机软硬件、计算机应用、教育信息科学与技术以及人工智能等学科方向受理项数较少;近年来,随着新的计算机体系结构、大数据、人工智能技术广泛应用和技术渗透,这些学科方向的科研仪器研制将迎来新的发展机遇。

资助项数最多的为激光技术与技术光学52项,其次为信息光学与光电子器件39项,信息获取与处理33项,半导体科学与信息器件23项。

近十年来,激光技术与技术光学、自动化系统及应用方向资助率较高,分别为16.88%和15.25%。

国家重大科研仪器研制项目申请条件中明确要求申请人具有高级专业技术职务(职称)。信息领域国家重大科研仪器研制项目负责人的职称和学历分布如图4所示,具有正高级职称的项目负责人占比97.75%,具有博士学位的项目负责人占比94.59%。

信息领域国家重大科研仪器研制项目负责人的平均年龄为50.68岁,总体年龄分布如图5所示。从图中可以看出,项目负责人中有超过一半为46~55岁的中青

表3 各学科方向受理和资助情况(2012—2021年)

学科方向	受理项数	资助项数	资助率/%
电子科学与技术	89	13	14.61
信息与通信系统	145	19	13.10
信息获取与处理	288	33	11.46
理论计算机科学、计算机软硬件	47	1	2.13
计算机应用、教育信息科学与技术	33	2	6.06
人工智能	27	6	22.22
控制理论与技术	107	15	14.02
自动化系统及应用	118	18	15.25
半导体科学与信息器件	205	23	11.22
信息光学与光电子器件	231	39	16.88
激光技术与技术光学	412	52	12.62
合计	1 702	221	12.98

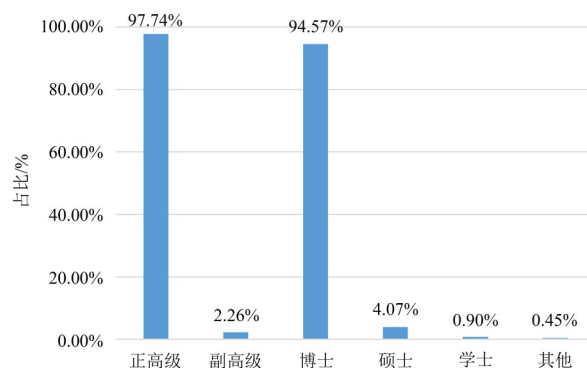


图4 项目负责人的职称与学历分布(2012—2021年)

年科学家。同时,36~45岁的青年科学家占比19.91%,表明信息领域国家重大科研仪器研制项目具有较好的人才梯队。

信息领域国家重大科研仪器研制项目负责人前期承担基金项目数量如图6所示,人均达到5.23项。其中,61%左右的项目负责人前期承担项目数在2~6项之间,29%左右的项目负责人前期承担项目数超过7项。

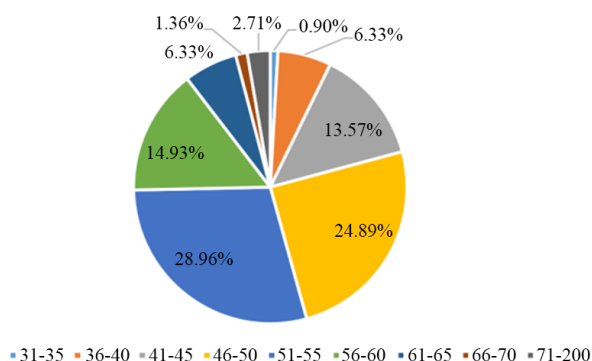


图5 项目负责人的年龄分布(2012—2021年)

反映出信息领域国家重大科研仪器研制项目的负责人需要具有较好的前期研究基础和积累。由于国家重大科研仪器研制项目主要支持对于促进科学发展、开拓研究领域具有重要作用的原创新性科研仪器设备,以及通过关键核心技术突破或集成创新,用于发现新现象、揭示新规律、验证新原理、获取新数据的科研仪器设备,要求项目负责人具有相对深厚的研究基础。

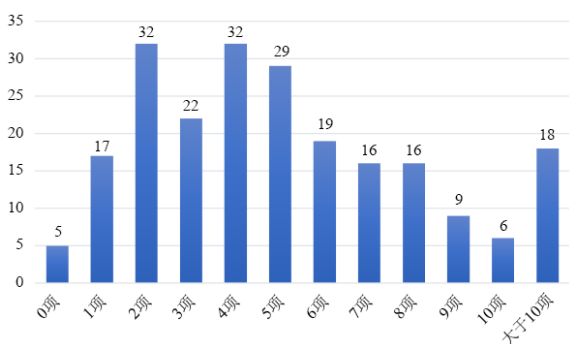


图6 项目负责人前期承担基金项目数量统计(2012—2021年)

表4统计了信息领域国家重大科研仪器研制项目负责人的依托单位类型分布,依托单位以高等院校为主体,占比82.81%,科研单位占比16.29%。在高等院校中,承担项目超过10项的单位有3个,分别是清华大学(13项),北京航空航天大学(11项)和北京理工大学(11项)。在科研单位中,承担项目最多的是中国科学院长春光学精密机械与物理研究所(6项),其次是中国科学院半导体研究所(5项)。

表4 依托单位类型分布(2012—2021年)

单位类型	资助情况	
	资助项数	资助经费
高等院校	183	176 364.29 万元
	36	47 749.60 万元
科研单位	2	999.76 万元
	221	225 113.65 万元
合计	221	225 113.65 万元

从依托单位的地区分布上看,北京、长三角地区以及广东等教育和科研资源比较集中的地区,承担的项目较多,占有所有资助项目的2/3以上,如图7所示。

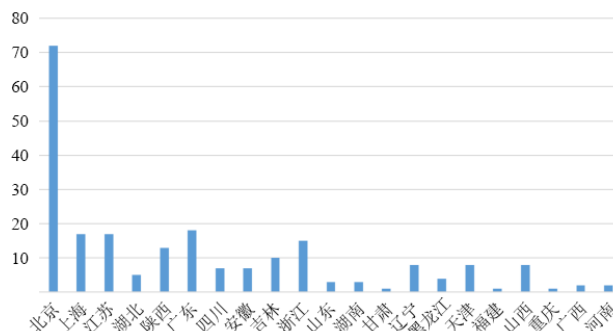


图7 依托单位的地区分布(2012—2021年)

国家重大科研仪器研制项目管理办法规定,合作研究单位最多可为5个。广泛的紧密协作是信息领域国家重大科研仪器研制项目的一个重要特征。近年来,信息领域国家重大科研仪器研制项目平均合作研究单位数量稳步提升,有65%以上的项目承担单位具有2~3个合作研究单位(图8)。日渐广泛的协作能够发挥各单位特长,优势互补形成合力,促进信息领域原创性科研仪器研发。

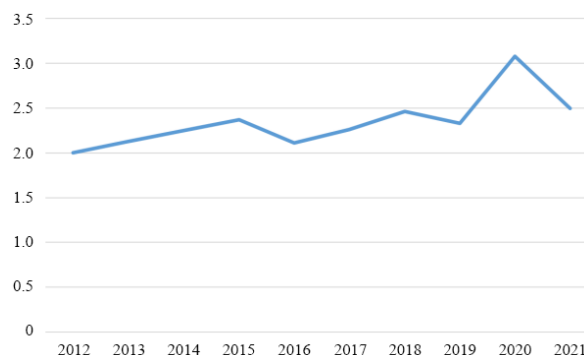


图8 合作单位平均数量(2012—2021年)

4 项目选介

新时期自然科学基金改革更注重目标导向,支持自由探索,突出原始创新,强化战略性前瞻性基础研究,鼓励提出新思想、新理论、新方法^[3]。近十年来,信息领域国家重大科研仪器研制项目聚焦国际前沿,积极服务于国家重大需求和人民生命健康,并有力支撑了国民经济主战场中的关键行业领域基础研究。2012—2021年间,信息领域国家重大科研仪器研制项目紧密围绕国家中长期科学和技术发展规划纲要(2006—2020年)中明确的重点领域和优先主题。其中,“可视化光动力治疗肿瘤的电子内窥镜系统”“多维多尺度高分辨率计算摄像仪器”等46项可用于拓展医学

和生命科学领域科学研究和发现;“基于矢量原子磁强计的磁异常探测仪”“空间运动信息仿生智能感知飞行器”等40项科研仪器研制项目可服务于国土安全保障领域;“面向‘神经机制-类脑计算模型’研究的综合智能实验系统研制”等13项科研仪器研制项目可应用于人工智能领域;“基于MEMS技术的新型电容薄膜真空计研制”等19项研究成果可促进空天科技领域的探索。

在科学有效的管理机制保障下,信息领域国家重大科研仪器研制项目在提升我国科研仪器自主研发能力、培育科研仪器类创新人才方面取得了一定成效。代表性的成果有:

(1)清华大学戴琼海教授承担的国家重大科研仪器研制项目“多维多尺度高分辨率计算摄像仪器”,瞄准活体细胞级时空跨尺度的生医观测难题,开展计算显微交叉领域原始创新研究,提出了元成像新原理和光场感知新理论,突破视场与分辨率的固有矛盾,研制了国际视场最大、通量最高的介观显微仪器,数据通量提高近3个数量级,实现了清醒动物全脑皮层范围结构与功能统一观测;研制了系列光场智能成像仪器,在衍射极限分辨率、毫秒级速度下实现了哺乳动物小时级连续三维观测,时空分辨率提高两个数量级,以超低光毒性将活体动态观测时长从分钟级提升到6小时,可为脑科学、肿瘤与免疫等重大问题突破提供变革性工具。

(2)中国科学院自动化研究所乔红研究员承担的国家重大科研仪器研制项目“面向‘神经机制-类脑计算模型’研究的综合智能实验系统研制”,在神经科学、机器学习和智能仿生机器人等多领域交叉融合的基础上,研制出面向神经科学与类脑计算研究综合智能实验系统,为揭示哺乳动物社会行为演化及其神经表征方面的新机理提供了重要的实验手段,初步形成了类脑智能机器人理论框架,完成模拟人体结构特性与控制机理的新型肌肉骨骼机器人硬件系统研制工作,有效推动仿生智能技术的发展和應用。

(3)南京理工大学付梦印教授承担的国家重大科研仪器研制项目“基于矢量原子磁强计的磁异常探测仪”,基于高精度小体积矢量原子磁强计的电子自旋-核自旋耦合磁共振机理,提出了一种基于矢量原子磁强计的磁异常探测新方法,攻克了高分辨率矢量原子磁强计、载体多源矢量磁补偿、高精度环境矢量磁补偿、高效率目标识别与定位等关键技术,研制了高精度矢量原子磁强计、基于矢量原子磁强计的磁异常探测仪,能够实现复杂海况下远距离水下目标的探测、识别与定位,为我国领海和国土安全提供了保障仪器。

(4)兰州空间技术物理研究所李得天研究员承担的国家重大科研仪器研制项目“基于MEMS技术的新型电容薄膜真空计研制”,研究了MEMS型电容薄膜真

空计感压薄膜力学特性尺寸效应机理,设计了MEMS型电容薄膜真空计结构,攻克了平整大宽厚比感压薄膜制备、参考腔真空获得与维持难题,完成了制备工艺流程的优化和固化,研制了基于MEMS技术的电容薄膜真空计,测量下限达到0.1 Pa,能够在 $-20^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$ 环境下稳定工作。目前,该仪器已被中国探月工程选用,作为CE-7任务水分子探测仪的核心组件,用于测量水蒸气压力,并为质谱计开机提供判断依据。此外,该仪器还将用于中国空间站“地外生存人工光合作用技术”项目,精确测量光合作用反应过程中科学舱内气体压力变化规律。

(5)中国人民解放军总医院顾瑛主任医师承担的国家重大科研仪器研制项目“可视化光动力治疗肿瘤的电子内窥镜系统”,发展了微型光学系统、内窥镜图像实时颜色还原算法与光斑边界识别技术,研发了适用于多种电子内窥镜的微光学系统,实现了光动力治疗激光照射下的内窥成像,解决了电子内窥镜的感光元件因治疗激光使其饱和而导致的“白屏盲视”问题。研制了可视化光动力治疗肿瘤的电子胃镜系统,实现了内窥镜下光动力治疗全程的高质量可视。项目成果可应用于多种医用电子内窥镜,提升各类电子内窥镜下光动力治疗的精确性、可控性和安全性。通过激光平板显示系统成功完成了国际首例远程内镜下肿瘤靶向光动力治疗食管癌、胃癌、直肠癌等,为远程光动力治疗提供了新功能的内窥镜。

(6)中国科学技术大学郭光灿教授承担的国家重大科研仪器研制项目“多功能固态量子存储器”,研究了基于量子存储的量子中继技术,面向长程量子通信研制了多功能固态量子存储器,包括高速固态量子寄存器、长寿命固态量子存储器等,支持单光子的慢光传输。项目研制的高速固态量子寄存器及配套量子光源是构建固态量子中继并建立大尺度量子网络的基本单元;研制的长寿命固态量子存储器为实现量子加密光盘方案的远程量子通信打下重要基础。研究成果成功应用于基础物理学前沿问题的探索,包括基于宏观物质系统的宏观实在性探索等。

(7)北京航空航天大学郭雷教授承担的国家重大科研仪器研制项目“空间运动信息仿生智能感知飞行器”,揭示了昆虫生物体复眼自适应偏振导航机理,突破了仿复眼偏振紧耦合建模与反演、多传感器复合干扰滤波等关键技术,自主研制了具有环境适应性的仿生偏振导航传感器和飞行器仿生偏振组合导航系统,为解决干扰拒止环境下无人系统自主导航提供了有效工具,已成功应用于我国无人机、飞艇和导弹等型号任务设计。

5 总结与展望

通过梳理近十年国家重大科研仪器研制项目的受理和资助情况,信息领域受理及资助项数均大幅增长,累计资助项数达到全委资助项数的 29% 左右,受理项数和资助项数均居首位. 信息领域国家重大科研仪器研制项目十年来的持续稳定资助取得了一定成效,产生了一批具有影响力的科研仪器研制成果,培养了一批致力于科学仪器研制的人才,为基础研究提供了更新颖的手段,提升了信息领域的原始创新能力.

在向第二个百年奋进的关键历史时期,信息领域国家重大科研仪器研制项目需要继续坚持面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康,根据自然科学基金委“十四五”和 2021—2035 中长期发展规划统筹部署^[4,5],期待广大科研工作者胸怀“中华民族伟大复兴的战略全局和世界百年未有之大变局”两个大局,勇于挑战“卡脖子”技术背后的基础科学问题,发挥信息领域信息的产生、获取、存储、传输、处理显示及其创新应用的学科特点,不断开拓创新,积极探索原创性科研仪器研制,为持续推动学科发展做出更大贡献.

参考文献

- [1] 郝建全, 郑知敏, 李志兰, 等. 国家重大科研仪器研制项目(部门推荐)管理工作概述和若干思考[J]. 中国科学基金, 2021, 35(3): 482-485.
- HAO H Q, ZHENG Z M, LI Z L, et al. Considerations on the management of the research program of national major research instruments(departmental recommendation) [J]. Bulletin of National Natural Science Foundation of China, 2021, 35(3): 482-485. (in Chinese)
- [2] 李志兰, 郑知敏, 谢焕瑛, 等. 国家重大科研仪器研制项目绩效评价探索:产出、成效与影响[J]. 中国科学基金, 2019, 33(2): 162-167.
- LI Z L, ZHENG Z M, XIE H Y, et al. Exploration on performance evaluation of national major scientific research equipment: Outputs, outcomes and impacts[J]. Bulletin of National Natural Science Foundation of China, 2019, 33(2): 162-167. (in Chinese)
- [3] 薛建龙, 谢崇波, 陆丹旻, 等. 优化资金管理 激发创新活力[J]. 中国科学基金, 2021, 35(6): 1032-1037.
- XUE J L, XIE C B, LU D Y, et al. Optimizing the management of funds to stimulate the innovation energy[J]. Bulletin of National Natural Science Foundation of China, 2021, 35(6): 1032-1037. (in Chinese)
- [4] 国家自然科学基金委员会. 自然科学基金委会同有关部门关于印发《新形势下加强基础研究若干重点举措》的通知[EB/OL]. (2020-05-11)[2022-05-03]. <https://www.nsf.gov.cn/publish/portal0/tab434/info77851.htm>.
- [5] 文珺, 张丽佳, 宋朝晖, 等. 2021 年度信息科学部基金项目评审工作综述[J]. 中国科学基金, 2022, 36(1): 38-42.
- WEN J, ZHANG L J, SONG Z H, et al. Overview of proposal application, peer review and funding of the department of information sciences in 2021[J]. Bulletin of National Natural Science Foundation of China, 2022, 36(1): 38-42. (in Chinese)

作者简介

文珺 国家自然科学基金委员会信息科学部综合与战略规划处项目主任. 主要研究方向为信号与信息处理.

吴泽彬 南京理工大学计算机科学与工程学院教授. 主要研究方向为多源信息融合、遥感大数据处理. 中国电子学会会员编号: E190032420M.

张丽佳 国家自然科学基金委员会信息科学部综合与战略规划处教授. 主要研究方向为光通信. 中国电子学会会员编号: E190023292M.

何杰 国家自然科学基金委员会信息科学部副主任. 主要研究方向为半导体科学. 中国电子学会会员编号: E190001531S.

刘克 国家自然科学基金委员会信息科学部常务副主任. 主要研究方向为控制理论与控制工程、计算机应用.