

· 管理纵横 ·

国家自然科学基金重大研究计划资助 与国际论文发表情况分析

万冬* 冯勇² 乔亚丽¹ 汪雪锋¹

(1. 北京理工大学管理与经济学院, 北京 100081; 2. 国家自然科学基金委员会计划局, 北京 100085)

[摘要] 重大研究计划作为国家自然科学基金研究项目系列之一, 是体现我国基础研究与重大需求相结合, 实现可持续发展的前瞻性举措。本文从重大研究计划立项情况、牵头科学部分布、计划批准资助项目数、资助经费分布、科研论文产出等维度, 分析了49个重大研究计划的资助及论文产出情况。研究显示重大研究计划牵头科学部有效支撑了各科学部交叉资助项目, 且其资助强度与科研产出呈现出较强的一致性。本文最后从资助方式优化、强化集成、平衡各科学部发展等方面对重大研究计划实施提出了针对性建议, 以便国家自然科学基金委员会更好地完善资助体系, 不断促进我国人才的培养和科技创新能力的持续提高。

[关键词] 国家自然科学基金; 重大研究计划; 资助情况; 论文产出分析

为进一步加强基础研究, 提高我国科技持续创新能力, 国家自然科学基金委员会(以下简称基金委)根据基础研究的规律和特点, 结合学科发展和国家基础研究需求, “十五”期间启动了国家自然科学基金重大研究计划。重大研究计划的实施是基金委资助体系中的重要举措^[1], 旨在围绕核心科学问题, 整合和集成不同学科背景、不同学术思想和不同资助强度的项目, 形成具有统一目标的项目群, 实施相对长期的支持, 促进学科交叉研究, 并在国家科技发展战略框架体系下, 与国家其他科技计划形成衔接与互补关系, 促进我国科技持续创新能力的提高。

重大研究计划作为科学研究的一种新模式, 是具体落实科技源头创新战略, 体现我国基础研究与国家重大需求相结合, 实现可持续发展的一个前瞻性新举措^[2]。重大研究计划自启动以来, 就受到学术界和产业界的广泛关注和热心支持。自实施以来, 重大研究计划有效推进了学科的交叉融合, 提高了不同学科的协同合作能力^[3], 促使获资助的对象在多个学科领域实现重大突破, 为中国培养了一大批领军型的优秀科学家, 形成了一批优秀的科研团

队, 对科研水平的提升起到了重要的推动作用。

为让有关科技管理部门、学者和公众更好地了解重大研究计划, 进而促使研究工作及其成果为我国基金资助工作提供有效科学支撑, 本文依据截至2016年的49个重大研究计划详细的资助信息, 重点解读了重大研究计划的立项和资助情况, 并对其科研论文产出进行分析。基于重大研究计划资助和论文发表情况, 结合重大研究计划更好地发挥自然科学基金的导向作用以及基础研究服务国家的目标, 对重大研究计划的资助与发展提出了针对性建议。

1 立项和资助情况

基金委自“十五”期间启动重大研究计划以来, 到2016年累计启动了49个重大研究计划(以下用重大研究计划编号表示), 批准资助项目4979项, 总资助金额达到617890.48万元。

1.1 重大研究计划分布情况

重大研究计划启动年份的分布情况如图1所示。每年新启动的重大研究计划数量存在一定波

动,特别是 2002 年、2007 年和 2013 年新启动的重大研究计划数量最多,而 2004 年、2005 年及 2006 年则没有新启动的任何重大研究计划。

作为牵头科学部负责的重大研究计划数量分布情况如图 2 所示,除管理科学部外,其他各科学部总体较为均衡。其中,数学物理科学部(以下简称数理科学部)牵头的重大研究计划最多(8 个),占 16.33%;管理科学部牵头的最少(2 个),占 4.08%;其他科学部主管的重大研究计划分别为:生命科学部、化学科学部、地球科学部和工程与材料科学部均为 7 个,占比 14.29%;信息科学部 6 个,占比 12.24%;医学科学部 5 个(为适应医学科学前沿发展的趋势,基金委在 2009 年专门设立医学科学部来支持医学创新能力的提升^[4],医学科学部从 2011 年才开始牵头启动重大研究计划),占比 10.20%。而由图 3 可以发现,除生命、地球、医学、化学科学部分别在 2002 年、

2010 年、2011 年、2015 年牵头启动两个重大研究计划外,通常各科学部每年牵头启动重大研究计划不超过 1 个。

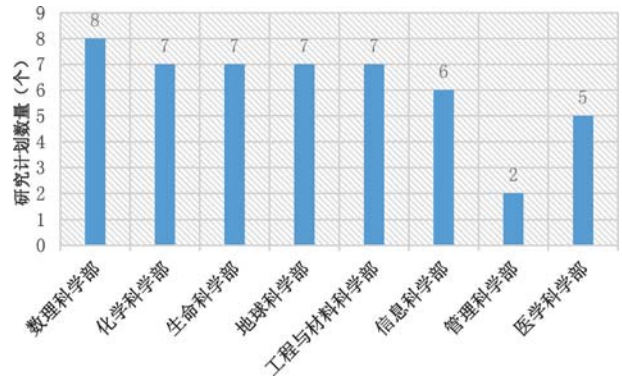


图 2 各牵头科学部主管的重大研究计划分布情况

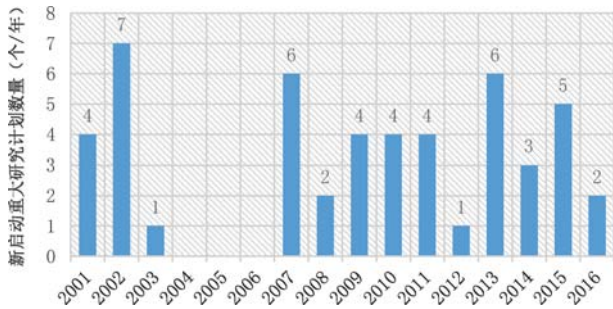


图 1 重大研究计划启动年份分布情况

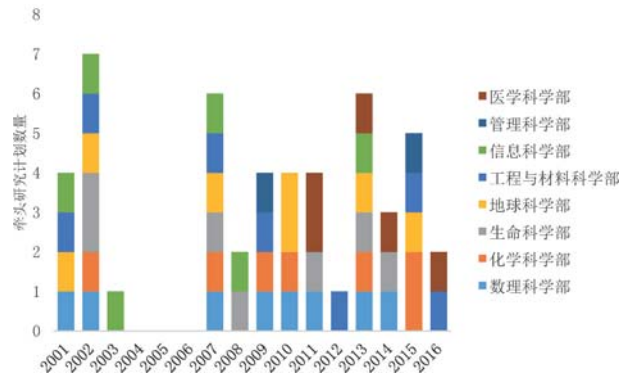


图 3 历年各科学部牵头主管的重大研究计划分布

表 1 重大研究计划批准资助项目数和经费资助情况

编号	项目数量	资助经费 (万元)	编号	项目数量	资助经费 (万元)	编号	项目数量	资助经费 (万元)
1	124	5 677	18	107	18 690	35	63	12 207
2	66	5 650	19	155	18 649	36	73	14 379
3	137	5 300	20	101	17 663	37	67	12 680
4	114	5 070	21	107	20 000	38	75	13 447
5	105	4 839	22	157	18 260	39	124	15 200
6	123	7 010	23	153	18 958.88	40	72	9 720
7	98	5 500	24	118	11 725	41	105	10 938
8	98	4 460	25	85	18 708	42	95	11 000
9	139	5 362	26	88	19 000	43	64	8 655
10	133	5 380	27	137	19 630.7	44	59	12 300
11	59	5 500	28	62	18 370	45	67	7 800
12	48	5 000	29	151	18 330	46	64	4 821
13	160	20 000	30	143	19 119	47	64	11 705
14	66	19 844.9	31	102	16 450	48	31	4 102
15	109	18 942	32	152	20 800	49	31	3 000
16	173	19 000	33	88	14 810			
17	150	20 000	34	117	14 238			

1.2 批准资助项目和经费资助情况

2001—2016年重大研究计划批准资助的项目和经费情况如表1所示。49个重大研究计划共批准资助项目4979项,总资助经费高达617890.48万元。可以看出49个重大研究计划的批准资助项目数量及资助经费存在较大差异。

49个重大研究计划批准资助项目数存在较大差异,其不同年度批准资助项目数如图4所示。从图中可以看出:各重大研究计划不同年度批准资助项目数具有类似的变化趋势:第一次发布指南时批准资助量比较大,第二次和第三次则逐步减少,第四次批准量又开始增加,甚至可能超过第一次发布指

南时的数量。其原因可能与限项规定有关,即申请者(具有高级职称)只能承担一项重大研究计划,且项目执行期一般为3年(统计分析4979项重大研究计划批准资助项目的执行周期发现大部分项目执行周期为3年,仅少量项目执行周期为1年、2年、4年及5年),所以第四次指南发布后,申请量会出现较大幅度增加,导致项目批准数量也会出现一定程度的增长。这从侧面反映了重大研究计划的研究队伍是相对稳定的。

将4979个重大研究计划批准资助的项目按年份分布后,历年批准资助项目数量及资助经费情况见图5。可以发现批准资助的项目数量呈逐年增长趋势。

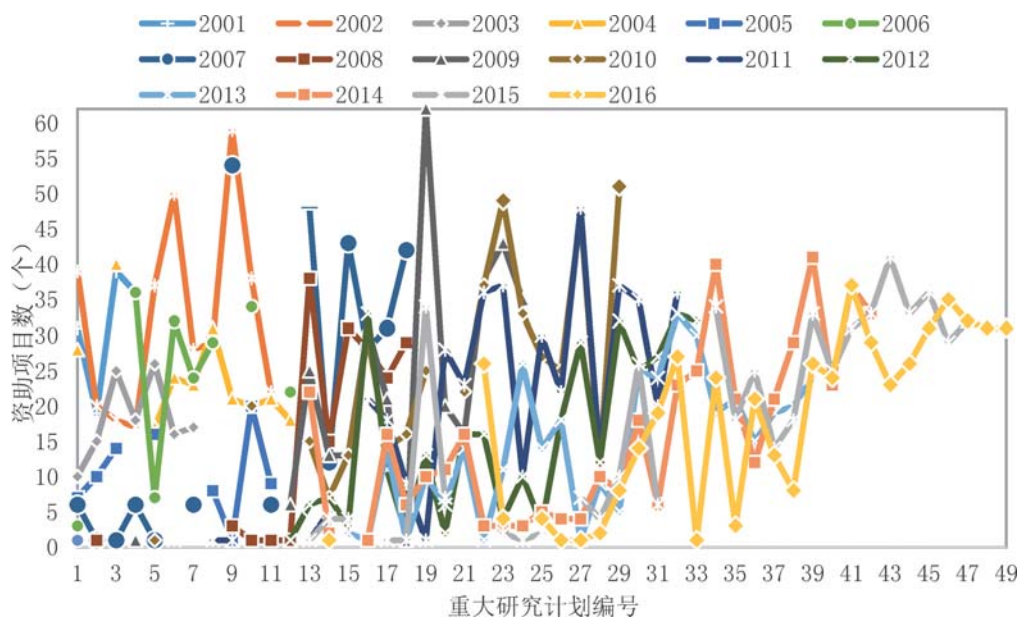


图4 49个重大研究计划不同年度申请项目数情况

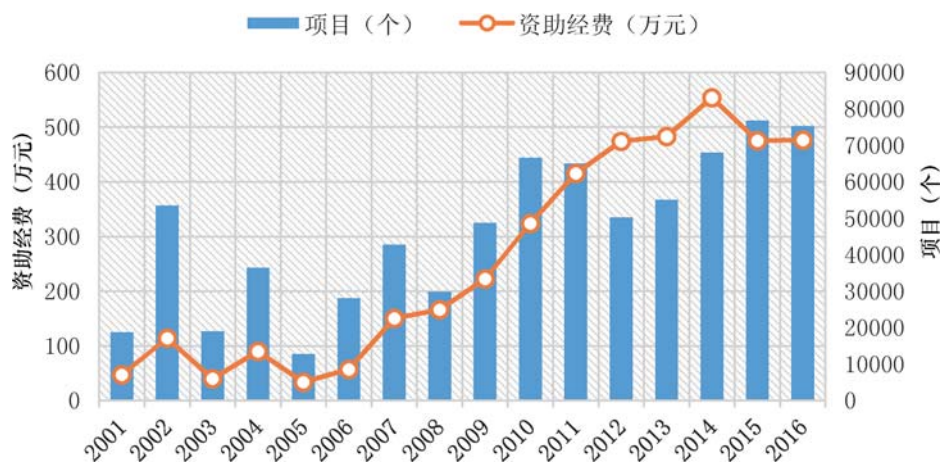


图5 历年重大研究计划批准资助项目和资助经费情况

以 49 个重大研究计划以及批准资助的 4 979 个项目为对象,按各科学部牵头来细分,批准资助项目及资助经费分布情况如表 2 所示。可以看出,各科学部间具体的分布情况存在一定差异,相对于其他科学部,管理科学部牵头的重大研究计划数、批准的资助项目数及资助经费相对较少,甚至不足 2009 年才成立的医学科学部,说明重大研究计划相对重视数理科学、化学科学、生命科学、地球科学、工程材料和信息科学甚至医学科学等基础学科领域的跨学科发展和重大突破,对自然科学和社会科学交叉领域的关注度相对较弱。

根据表 2,可以计算出各科学部批准资助项目数占总批准资助项目数和资助金额占总资助金额的百分比,如图 6 所示。其中,数理科学部分别为

表 2 重大研究计划各科学部批准资助项目和资助经费情况

牵头科学部	重大研究计划数量 (个)	批准资助项目 (个)	资助经费 (万元)
数理科学部	8	744	90 360
化学科学部	7	744	86 551.7
生命科学部	7	779	96 263
地球科学部	7	456	92 836.9
工程与材料科学部	7	721	85 186.88
信息科学部	6	674	78 950
管理科学部	2	181	15 894
医学科学部	5	680	71 848
合计	49	4 979	617 890.48

14.94%、18.21%;化学科学部为 14.94%、15.46%;生命科学部为 15.65%、14.09%;地球科学部为 9.16%、15.05%;工程与材料科学部为 14.48%、12.87%;信息科学部为 13.54%、10.58%;管理科学部为 3.64%、2.68%;医学科学部分别为 13.66%、11.05%。

进一步可以得到各个科学部历年批准资助的项目数,如图 7 所示。由图可知,各个科学部批准资助的项目数量差别比较大,特别是数理、化学、生命、工程与材料等科学部资助的项目数量遥遥领先;相对来说,管理科学部批准资助的项目数就比较少。一方面可能与学科自身特点有关,另一方面也可能与自身牵头重大研究计划情况有关。整体来看,8 个科学部批准资助的项目数随着年份都有所增加。

从以上数据可以看出,49 个重大研究计划的牵头科学部经费分布、各科学部获得资助项目数分布

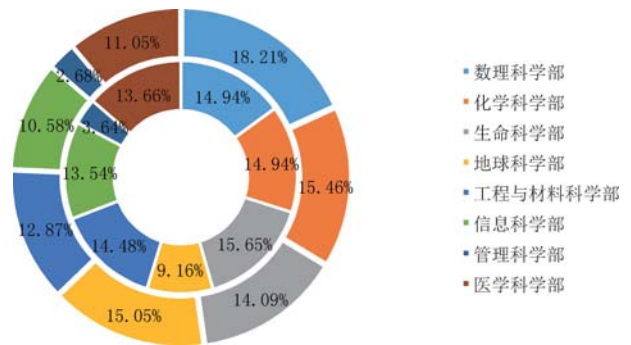


图 6 重大研究计划各科学部批准资助项目数量百分比(内环)及资助经费百分比(外环)

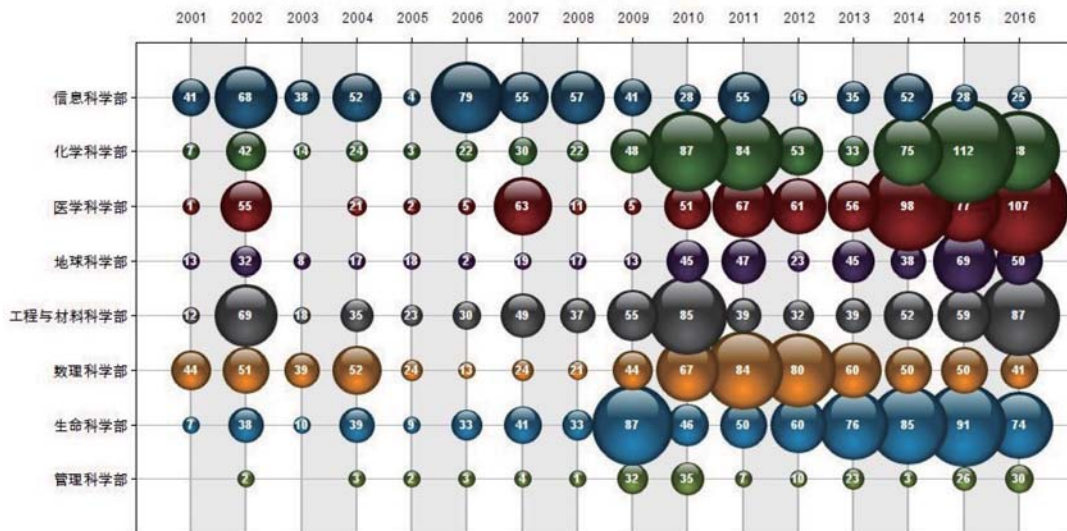


图 7 历年重大研究计划各科学部批准资助项目情况

医学科学部于 2009 年成立后,基金委根据学科代码对前期的相关资助项目进行了科学部信息调整,所以图中医学科学部从 2001 年重大研究计划实施以来就有批准资助项目

和资助经费分布存在差异,这表明重大研究计划在各科学部之间有比较强的交叉性,牵头科学部承担的研究经费不仅仅限于牵头科学部申请项目,满足申请条件和限项规定的申请人只要其申请符合重大研究计划申请指南,就可在任一科学部提交项目申请^[2]。

2 科研产出分析

论文作为基础科研成果的重要表现形式以及知识创新程度的重要衡量指标,其数量和质量是科研成果评价所关注的重点^[5],因此本文对重大研究计划的科研产出分析主要以各重大研究计划资助项目的高水平论文产出数据为基础。本文选择 Web of Science 平台的 SCI-EXPANDED (Science Citation Index Expanded) 及 SSCI (Social Science Citation Index) 索引数据库为数据源。根据重大研究计划所资助项目的批准号设置检索式,检索并下载文章 (Article) 和综述 (Review) 两种论文的著录信息 (以下简称论文),共获得 47 898 条 2001—2016 年启动的 49 个重大研究计划相关论文记录。由于 Web of Science 平台数据库从 2008 年才开始明确要求标注资助详细信息,考虑信息的完整性及计划执行年限,49 个重大研究计划实际论文产出数量应超过 47 898 篇。

2.1 重大研究计划资助项目论文产出

以 49 个重大研究计划为分析对象,探讨重大研究计划自身科研产出效率及单个资助项目论文产出效率,如图 8 所示。可以发现,重大研究计划 22、27 及 13 产出论文数量最多,分别为 5 243 篇、4 210 篇和 3 554 篇。从资助项目的科研产出来看,重大研究计划 22、27 及 33 的资助项目平均论文产出效率最高,分别为 33.40 篇/项、30.73 篇/项和 29.07 篇/项。可以发现,单个资助项目论文产出水平与重大

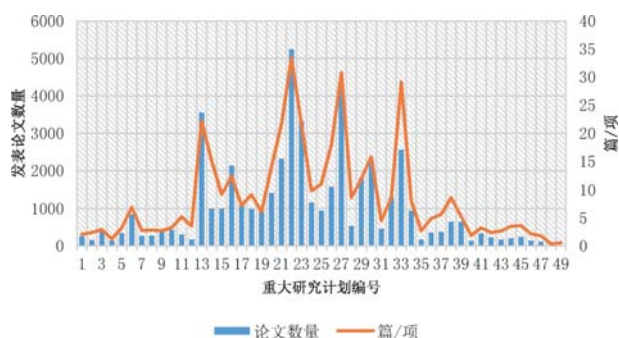


图 8 重大研究计划资助项目产出效率

研究计划论文绝对产出数量基本一致。

2.2 各科学部资助项目论文产出

以基金委 8 个科学部为分析对象,探讨科学部资助下重大研究计划的科研产出效率及单个资助项目论文产出效率,如图 9 所示。整体来看,化学科学部、数理科学部和工程与材料科学部资助项目的产出论文数量最多,分别为 13 513 篇、7 994 篇和 7 923 篇。从资助项目的论文产出来看,化学科学部、工程与材料科学部、数理科学部的资助项目平均论文产出效率最高,分别为 18.16 篇/项、10.99 篇/项和 10.74 篇/项。同样的,资助项目论文绝对产出数量高的科学部的平均科研产出效率也相对较高。进一步对重大研究计划各牵头科学部的论文成果进行统计发现,化学科学部、数理科学部、工程与材料科学部和信息科学部牵头承担计划的平均发文量较其他科学部多。地球科学部虽然牵头承担计划数量较多,但平均发文量较低。地球科学部牵头承担的项目主要是针对国内一些地理环境问题,有很强的地域特征,因此可能会影响其相关论文在国际期刊上的发表。

3 讨论与建议

2001—2016 年,基金委共启动了 49 个重大研究计划。这 49 个重大研究计划的年份分布、牵头科学部分布、资助项目数分布、各科学部批准资助项目数分布以及资助经费分布存在明显差异,牵头科学部承担的研究经费不仅仅限于牵头科学部申请项目,满足申请条件和限项规定的申请人只要其申请符合重大研究计划申请指南,就可在任一科学部提交项目申请。但是也存在着一定的规律可循:对于重大研究计划及其资助项目的分布,数理、生命、化学和工程与材料科学部都位居前列,可能与各个科

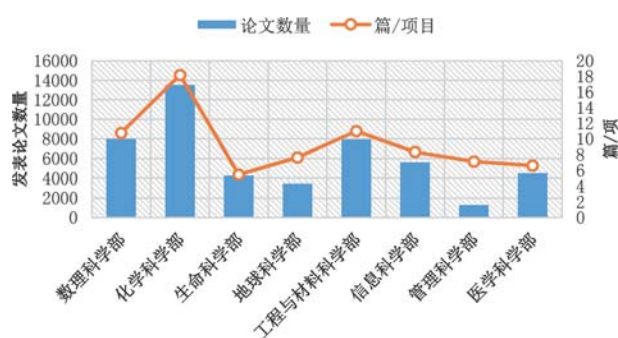


图 9 科学部资助项目产出效率

学部所资助项目的研究基础和积累有差异、领域方向差别大、实验手段要求不同、研究探索方法各异等因素有关,也从侧面反映这些学部在资助强度上相对较大;以论文为基础的科研产出情况,与资助趋势基本吻合,资助强度大的科学部,其论文产出数量也相对较多,单个资助项目论文产出与其成正比,尤以化学、数理、工程与材料科学部为典型代表。总而言之,结合重大研究计划的实施情况及科研论文产出来看,各科学部牵头的重大研究计划所资助的项目存在着学部交叉,推进了学科间交叉融合,且资助强度与论文产出在一定程度上成正比,肯定了重大研究计划资助的成效性与科学性。

但是,在重大研究计划执行的过程中,也有一些建议值得思考,便于在后续的资助体系中进行借鉴与完善:

(1) 资助方式优化。重大研究计划的资助模式仍然是按照科学部进行划分,研究人员须在相应科学部进行申请,但有研究发现不同部门存在相同的研究成果^[6],即存在研究人员对自己研究方向所属科学部的归属有所疑虑。对于重大研究计划这样以实际问题为导向的资助类型,在这种情况下,基金委可以提出多部门联合资助,对其中学科需求范围大的重大研究计划设置特别的联合资助,在研究过程中吸引不同领域的科研队伍共同合作,成功促进项目的实施。

(2) 强化集成。重大研究计划所凝练的核心科学问题体现基础性、前瞻性、先导性,重大研究计划集成成果的水平与创新性是一个重大研究计划实施成功与否的重要指标,亦是当代科学技术发展的一个趋势^[2]。而重大研究计划执行期一般比较长,其资助的项目数量也较多,所以各重大研究计划更应在整个执行期进行统筹部署,分步集合完成。

(3) 各科学部平衡发展。各科学部资助情况差

别比较大,特别是管理科学部,牵头重大研究计划只有2个,获得资助项目只有181项,占总批准资助项目比例仅3.64%,资助经费也仅占总批准经费的2.68%。管理科学研究作为综合性交叉学科,不应该“游离”在重大研究计划之外。所以,各科学部之间应该互相融合,相互促进,共同发展。

针对重大研究计划,应坚定不移地围绕核心科学问题,整合和集成不同学科背景、不同学术思想和不同资助强度的项目,促进学科交叉研究。同时也应该采取灵活的、具有弹性的管理模式,确保每个重大研究计划完全实现“实施规划书”中所设立的科学目标^[7],进而将我国基础研究与国家重大需求相结合,促进我国科技持续创新能力的进一步提高。

致谢 本文工作得到国家自然科学基金应急管理项目(项目批准号:J1724006)资助。

参 考 文 献

- [1] 闫兴丽,王昌恩,林娜,等. 国家自然科学基金重大研究计划中《中医药学几个关键问题的现代化研究》受理与资助情况分析. 中国中西医结合杂志, 2005, 25(7):655—657.
- [2] 王岐东,杨惠民. 国家自然科学基金重大研究计划(试点)实施情况. 中国科学基金, 2007, 21(6):348—354.
- [3] 汪雪峰,陈云,王志楠,等. 基于学科交叉与目标一致性的重大研究计划资助绩效评价. 科研管理, 2017, 38(4):132—144.
- [4] 张蕾. 国家自然科学基金委员会设立医学科学部. 科学观察, 2009(6):16—16.
- [5] 陈慧敏. 面向科研资助需求的高校高水平学术论文产出能力评价研究. 创新与创业教育, 2017, 8(2):138—142.
- [6] 赵妮. NSFC 重大研究计划对学科交叉的影响研究. 北京:北京理工大学, 2016.
- [7] Ru JP, Li DP, Li ZX. Research progress of the NSFC Major Research Plan “dynamic disaster evolution of major engineering structures”. Science China-Technological Sciences, 2010, 53(2):592—594.

Analysis on international paper output of projects supported by Major Research Plan of National Nature Science Foundation of China

Wan Dong¹ Feng Yong² Qiao Yali¹ Wang Xuefeng¹

(1. School of Management and Economics, Beijing Institute of Technology, Beijing 100081;

2. Planning Bureau, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085)

Abstract Major Research Plan, as one of the research projects of National Natural Science Foundation of China (NSFC), is a forward-looking initiative that combines China’s basic research with major needs and

achieves sustainable development. This paper analyzes the funding situation and paper outputs of 49 major research plans from the perspectives of the project approval situation, the distribution of leading science departments, the allocation of approved projects and funding, and the output of scientific research papers. Our research shows that the leading science department of major research plans effectively supports the cross-funding. Further, the intensity of funding shows strong consistency with scientific research output. We also put forward some suggestions on the implementation of major research plans from the aspects of optimizing the mode of funding, strengthening integration and balancing the development of science departments, so that NSFC can better improve the funding system, and constantly promote the training of China's talents and the continuous innovation ability of science and technology.

Key words National Natural Science Foundation of China; Major Research Plan; funding situation; paper-output

· 资料信息 ·

我国科学家在全氮五唑阴离子研究方面取得重要进展

在国家自然科学基金(项目批准号:U1530101,11076017,51374131)等资助下,南京理工大学陆明教授课题组在全氮五唑阴离子研究方面取得重要进展。相关研究结果以“A Series of Energetic Metal Pentazole Hydrates”(系列水合五唑金属盐含能化合物)为题,于2017年8月28日在*Nature*上在线发表。

该课题组通过研究自行制备的全氮五唑阴离子钠、锰、铁、钴和镁盐水合物单晶结构,首次系统地揭示了全氮五唑阴离子与金属阳离子的相互配位作用、与水的氢键作用以及热稳定性规律,为研究全氮五唑阴离子与全氮阳离子组装,形成离子型全氮化合物材料奠定了基础,对推动氮化学和超高能含能材料发展具有重要的科学意义。

实验中,通过氧化切断芳基五唑的C-N键,得到稳定的白色固体粉末 NaN_5 水合物,重结晶得到 $[\text{Na}(\text{H}_2\text{O})(\text{N}_5)] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$,用高分辨质谱和 ^{15}N 核磁共振确证其结构。分别通过 NaN_5 水合物与 MnCl_2 , FeCl_2 , $\text{Co}(\text{NO}_3)_2$, MgCl_2 之间的离子交换反应,得到相应的化合物粗品,经重结晶后分别得到 $[\text{Mn}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{N}_5)_2] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{N}_5)_2] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_4(\text{N}_5)_2] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$, 和 $[\text{Mg}(\text{H}_2\text{O})_6(\text{N}_5)_2] \cdot 4\text{H}_2\text{O}$,通过单晶X-射线衍射分析,确认5个化合物的晶体结构。

研究发现, N_5^- 离子可以通过离子或共价相互作用与金属阳离子配位,与水的氢键相互作用来稳定。该系列含能的金属- N_5^- 配合物,除了五唑钴配合物外,其他4个五唑金属配合物具有分解温度高于 100°C 的良好热稳定性。鉴于其稳定性和能量特性,五唑金属配合物可以作为一类潜在的、新高能密度材料,或可用来开发仅由氮元素组成的超高能全氮材料。 N_5^- 离子在其键合相互作用方面的适应性,将为探索其他多种 N_5^- 配合物,提供科学依据和理论支撑。

(供稿:数学物理科学部 李会红)