

李积明,刘哲,郭郁葱,等.2019年度大气科学领域项目评审与研究成果分析[J].地球科学进展,2019,34(11):1212-1217.DOI:10.11867/j.issn.1001-8166.2019.11.1212[Li Jiming,Liu Zhe,Guo Yucong,et al.An introduction of the projects managed by Division of Atmospheric Sciences, Department of Earth Sciences, National Natural Science Foundation of China in 2019[J].Advances in Earth Science,2019,34(11):1212-1217. DOI:10.11867/j.issn.1001-8166.2019.11.1212.]

2019年度大气科学领域项目评审与研究成果分析

李积明,刘 哲,郭郁葱,彭怡然,闻新宇
(国家自然科学基金委员会地球科学部,北京 100085)

关键词:基金资助导向;分类评审改革;资助成果分析;大气科学

中图分类号: P4 **文献标志码:** B **文章编号:** 1001-8166(2019)11-1212-06

2018年6月,第八届国家自然科学基金委员会(以下简称自然科学基金委)第一次全体委员会议审议通过了新时代基金深化改革的总体目标和改革思路,通过确立基于“鼓励探索、突出原创;聚焦前沿、独辟蹊径;需求牵引、突破瓶颈;共性导向、交叉融通”4类科学问题属性分类的资助导向^[1]。“大气科学”学科被列为面上项目分类评审试点改革学科。因此,大气学科处2019年的分类评审工作主要以“落实资助导向、推动精准资助”为总体思路,以鼓励和支持原创性、交叉性的科学研究,扶持薄弱学科,促进各学科均衡、协调和可持续发展为原则,开展相关工作。

1 项目受理情况及相关统计

1.1 项目受理情况

2019年地球科学部大气学科共集中接收1416份申请,不予受理35项,受理1381项,申请量比2018年(1248项)增加了168项。所有项目类型的申请量均比2018年度有不同程度的增加。其中,面上项目、青年科学基金项目(以下简称青年基金)和地区科学基金项目(以下简称地区基金)共1280项,比2018年度(1139项)增加141项。面上基金644项,比2018年度增加55项,青年基金571

项,比2018年度增加81项;地区基金65项,比2018年度增加5项。优秀青年科学基金项目(以下简称优青项目)62项,比2018年度增加10项。国家杰出青年科学基金项目(以下简称杰青项目)34项,比2018年度增加3项^[2]。

1.2 统计分析

1.2.1 科学问题属性统计

2019年度项目申请需要为项目选择科学问题属性。其中,A类针对“鼓励探索、突出原创”的原创类项目;B类针对“聚焦前沿、独辟蹊径”的前沿类项目;C类为“需求牵引、突破瓶颈”的需求类项目;而D类主要针对“共性导向、交叉融通”的交叉类项目。

在申请的1280项青年基金、面上项目和地区基金中,A类项目占总申请量的13.75%,而B类、C类和D类分别占40.78%,35.00%和10.47%。可见,原创和交叉类项目仅占总项目的24.22%。对于面上项目和青年基金而言,申请量最大的项目科学属性都为B类(前沿类),占面上项目和青年基金申请总量的44.57%和40.46%。超过半数(60.00%)的地区基金选择了C类(需求类)属性,这主要是因为这些地区基金大多都聚焦在极端灾害性天气的预报业务方面。

1.2.2 申请人与研究队伍统计

2019年面上项目、青年基金和地区基金申请人年龄为25~70岁。35岁及以下671人,36~45岁404人,46~60岁201人,60岁以上4人。申请人年龄在40岁以下的青年科研人员占面上项目、青年基金和地区基金申请总数的74.80%。

在2019年面上项目、青年基金和地区基金申请人中,女性科研人员申请者520人,占总申请人数的40.63%。其中,小于40岁的女性科研人员占有所有女性申请者的77.50%。上述3类项目申请人中具有博士学位的1045人,占81.64%;硕士学位的207人,学士学位的24人,其他4人。面上项目、青年基金和地区基金申请人中具有高级职称的741人,中级职称430人,博士后92人,初级职称及其他共17人。

1.2.3 项目依托单位统计

2019年面上项目、青年基金和地区基金3类项目申请单位共281个,较2018年度增加了51个。申请部门仍以高等院校、中国气象局所属单位及中国科学院所属单位为主。来自高校的有562项,占总数的43.91%。来自中国气象局所属单位的有434项,占总数的33.91%。

2 申请项目初审

2019年面上项目、青年基金和地区基金共有31项申请书因不合管理规范而不予受理,占3类项目申请总数的2.42%。其中面上项目20项,青年基金6项,地区基金5项。造成不予受理的原因主要集中于以下4个方面:①申请书正文删除了其他需要说明问题的提纲;②合作单位超过2个、未盖公章或合作单位名称与公章不一致;③未按要求提供证明材料、推荐信、导师同意函、知情同意函和伦理委员会证明等;④基本信息页研究期限错误。以上问题希望各项目依托单位和申请人能够继续给予充分重视。科学处也建议申请人在撰写申请书时,认真阅读当年所报类型项目的撰写提纲和项目指南,以免出现上述不合规范的问题。

3 申请项目通讯评议概况

2019年度的面上项目、青年基金和地区基金,每个项目送5位函审评议人,而重点项目、杰青项目和优青项目送7位函审评议人。2019年度针对需要函评的1249项面上项目、青年基金和地区基金(不包括未通过初审的项目),共发出评议6245份,评

议意见回收率达100%。

2019年度共有1150位专家参加了各类项目的通讯评议工作,较2018年度增加31%,平均每位专家评议6.2份。在收到的6245份同行评议意见中,项目综合评价为“特优”的631份,占10.10%;“优”2146份,占34.36%;“良”2116份,占33.88%;“中”1192份,占19.09%;“差”160份,占2.56%。“优先资助”1820份,占29.14%;“可资助”2534份,占40.58%;“不予资助”1891份,占30.28%。

另外,学科处建议曾经获得过基金资助及曾经评议过自然科学基金委科学项目的专家,要留意学科申请代码的变动,定期维护自然科学基金委ISIS系统中个人信息,特别是研究方向与关键词,以便智能辅助指派系统^[3]精准遴选函评专家。

4 确定重点讨论项目的原则

2019年学科处坚持新时代科学基金资助导向,基于同行评议、学科咨询委员会专家的建议,结合项目科学属性以及学科目前的发展格局,最终按照平均分、综合评价及资助意见排序后,制定了2019年重点讨论项目的标准。依据相关规定,重点讨论项目同行评议不予资助意见必须不超过2个。这里需要申明的是,与往年不同,2019年函评的综合评价设置了A+(特优)等级,因此满分由4分升至5分。另外,根据地学部工作意见,如果存在与本年度申请或已资助的项目存在高相似度的,以及同年申请不同类型项目未上报的情况,都将被列入备查项目。

面上项目作为试点改革项目类型,其遴选标准充分考虑了项目科学属性和申请代码。为了鼓励和支持原创性、交叉性的科学研究,A类(原创类)和D类(交叉类)科学属性项目作为重点讨论项目的分数都设定为3.2分及以上,同时平均分为3.2分且同行评议不予资助意见不超过1个的项目参加会评,重点讨论项目数量分别占A类和D类项目申请量的63.16%和46.55%;B类(前沿类)和C类(需求类)科学属性项目的标准则兼顾学科的发展态势和各代码之间的均衡。总体来讲,B类项目的重点讨论分数都在3.6分及以上,C类项目的重点讨论分数都在3.2分及以上,重点讨论项目数量分别占B类和C类项目申请量的39.01%和37.50%,具体的标准根据不同的申请代码有所不同,譬如:应用气象学(D0512)及天气学(D0505和D0514)的标准相比大气物理(D0501,D0502和D0504)、大气动力及气候

类(D0506, D0507, D0508 和 D0509)较低,以扶持薄弱学科发展。面上项目最终确定重点讨论项目 263 项,重点讨论项目和资助计划的比例为 144%。

青年基金的遴选标准则主要考虑学科代码,并对部分申请体量过小且发展薄弱的地区稍有倾斜,以便促进这些地区青年科技人才的快速成长。总体而言:大气动力学(D0506),大气观测(D0503 和 D0515)、气候学(D0507, D0508 和 D0509)、大气化学(D0513)及大气物理(D0501, D0502 和 D0504)方向设定平均分为 3.6 分及以上,而天气学(D0505 和 D0514)、应用气象(D0512)方向的平均分则较低,分别设定在 3.4 和 3.2 分及以上,以平衡学科的均衡发展。对于青年基金而言,不同研究方向重点讨论项目数与受理数之间的比例都基本维持在 34% 左右。青年基金重点讨论项目 191 项,重点讨论项目和资助计划的比例为 145%;地区基金设定平均分为 3.4 分及以上,同行评议不予资助意见不超过 2 个的项目参加会评。地区基金重点讨论项目 14 项,重点讨论项目和资助计划的比例为 140%。

5 申请项目资助情况及相关统计

5.1 依托单位及分支学科资助情况

总体来说,2019 年度地球科学部大气学科面上项目、青年基金和地区基金共资助 325 项,平均资助率为 25.39%。其中:面上项目 183 项,资助率为 28.42%,资助直接经费金额 11 424 万元,直接费用平均资助强度 62.43 万元/项;青年基金 132 项,资助

率为 23.12%,资助直接经费金额 3 299 万元,直接费用平均资助强度 24.99 万元/项;地区基金 10 项,资助率 15.38%,资助直接经费金额 384 万元,直接费用平均资助强度 38.40 万元/项。

2019 年大气学科的申请代码进行了调整,将原来的分支代码:气候学与气候系统(原代码:D0507)、大气化学(原代码:D0510)、大气环境与全球气候变化(原代码:D0511)进行了拆分与重组,形成了 15 个学科申请代码。我们对 15 个代码进行了归类,并汇总了不同申请代码分类的项目申请量、重点讨论项目数及最终资助数量情况。表 1 的统计数据表明,2019 年度面上项目、青年基金和地区基金总申请项数排在前四位的申请代码分别为气候类(301 项)、大气探测(207 项)、大气化学(185 项)以及天气学与人影(158 项)。重点讨论项数排位较前的申请代码分别为气候类(114 项)、大气化学(72 项)、大气探测(66 项)以及天气学与人影(60 项)。重点讨论项目数与申请数之比达到 45% 的申请代码是大气动力学。而比率低于 30% 的申请代码则是应用气象学。虽然不同申请代码的比例存在一定的差异,但是相比往年情况来看,这种差异有所减少。这主要是由于 2019 年重点审议项目的遴选标准充分考虑了项目科学问题属性和学科平衡,以便鼓励和支持原创性、交叉性的科学研究,扶持薄弱学科的发展。从资助率来看,应用气象学和天气学类的资助率较往年虽有提高,但仍然偏低,需要进一步加强。

表 1 2019 年项目申请与重点讨论情况

申请代码分类	申请项数/项	占总项数比例/%	重点讨论项数/项	重点讨论率/%	资助项目/项	资助率/%
大气物理(D0501, D0502 和 D0504)	132	10.31	50	37.88	43	32.58
大气探测(D0503 和 D0515)	207	16.17	66	31.88	53	25.60
大气动力学(D0506))	60	4.68	27	45.00	19	31.67
天气学与人影(D0505 和 D0514)	158	12.34	60	37.97	33	20.89
气候类(D0507, D0508 和 D0509)	301	23.51	114	37.87	82	27.24
数值模式(D0510 和 D0511)	120	9.38	47	39.12	36	30.00
大气化学(D0513)	185	14.45	72	38.92	41	22.16
应用气象学(D0512)	117	9.14	32	27.35	18	15.38
合计	1 280		468	36.56	325	25.39

5.2 代表性资助项目

2019 年学科处认真贯彻新时代基金资助导向,评审会推动“精准资助”取得不错的效果,一些难度大、风险高、原创性强的项目在新资助导向下,得到了有效甄别并受到会评专家的一致认可,最终获得资助,从而减小了高原创、真交叉项目被“误判”的

风险。譬如:“基于阵列平移复用的镜像综合孔径大气遥感微波辐射测量方法”和“基于原始方程数学理论的海气耦合模式适定性研究”等难度大、风险大的项目的最终获批,将增强科学界坚持原创性研究人员的信心,从而有可能孕育和催生一批具有国际影响力的新思想、新理论、新技术和新方向,使

得科研人员更勇于坐冷板凳,啃“硬骨头”、解决“卡脖子”难题,使其研究直接对接科学前沿和国家需求,让研究成果落地。

6 2018年底结题项目取得的主要研究成果

6.1 2018年底结题成果统计

2018年底结题项目共293项,其中,面上项目145项,青年基金133项,地区基金10项。表2列出了各类项目发表的期刊论文数。结果显示:2018年底结题项目平均每项发表期刊论文8.6篇,其中SCI论文4.5篇。青年基金平均每项发表SCI论文2.9篇,而面上项目平均每项发表SCI论文6.0篇。

表2 2018年结题项目成果统计

项目类别	结题项目数/项	发表论文数/篇	论文平均数/篇	SCI论文平均数/篇
面上项目	145	1 642	11.3	6.0
青年基金	133	684	5.1	2.9
地区基金	10	151	15.1	3.2
合计	288	2 477	8.6	4.5

学科处对2018年结题的145项面上项目和133项青年基金做了初步评价。面上项目按研究计划完成或超额完成任务的共138项,占94.5%;基本按研究计划完成的项目有7项,占5.5%。

6.2 代表性资助成果介绍

地球科学部大气学科对面上项目、青年基金和地区基金的结题项目作了成果评估,遴选以下代表性成果加以介绍:

6.2.1 边界层大气物理学和大气湍流

南京大学郭维栋主持的面上项目“关键陆面参数的反演和优化及其对陆气相互作用过程的改进”(项目批准号:41475063)综合使用多套野外试验观测数据,结合大气边界层湍流交换理论,对陆面过程参数化方案中的关键参数进行调优,显著改善了陆面过程模式在陆—气相互作用研究中的性能和表现。该项目首先整合了ChinaFlux通量网、“北方干旱—半干旱区协同观测(2008—2009年夏季)”以及中国科学院和南京大学运维的陆气相互作用野外试验台站数据。并利用扩展傅立叶敏感性分析方法,对陆面模式中关键参数(粗糙度、叶面指数和土壤b参数)进行了甄别和挑选。进而基于外场观测数据,结合大气边界层的湍流交换理论,对关键参数进行反演,极大减小其不确定性。在此基础

上,使用更多的卫星资料,反演并更新陆面模式中众多理化参数(植被绿叶分数、植被高度、零平面位移和空气动力学阻抗等),从而较为一致地提高模式对东亚季风降水的模拟能力。该项目所取得的成果,对我国气候系统模式的发展、特别模式在陆—气相互作用的模拟能力方面,有重大的促进作用,对进一步提高区域气候预测能力有重要的应用价值。部分研究成果发表在*Nature Communications*, *Journal of Geophysical Research*等期刊上。

6.2.2 大气遥感和大气探测

天津大学傅平青负责的面上项目“分子水平表征城市边界层大气有机气溶胶的垂直分布特征”(项目批准号:41475117)以北京325 m气象塔为依托,分季节在近地面(8 m)和北京325 m气象铁塔的2个高度(120和260 m)采集了气溶胶膜样品,结合各项分析技术,获得了气溶胶的有机分子、OC/EC、TC/TN及其稳定同位素、粒径分布、单体同位素和三维荧光光谱等大量气溶胶垂直分布特征的信息,同时结合源解析方法辨析了气溶胶来源。项目研究的重要结果包括:①发现北京城市边界层内,近地面到上层空间有机气溶胶的组成、来源和大气化学过程具有明显的差异性。②近地面气溶胶受本地源影响较大,主要为一次源的贡献(如塑料垃圾排放和化石燃料燃烧);高层气溶胶明显受到了外来输送源的影响(如土壤尘的远距离输送),且高层气溶胶中二次源的贡献明显增加。③二次有机产物的贡献在北京灰霾过程中明显增加,说明其对北京污染形成起到了重要作用。④气溶胶的单体同位素能够有效的辨析污染物来源,且具有明显的季节变化特征。⑤气溶胶中共解析出3个荧光组分(HULIS-1, HULIS-2和PLOM),它们的组成、比例和来源具有季节变化。冬季以生物质燃烧源为主,夏季二次光化学过程明显,且冬季荧光强度高于夏季。重霾天HULIS受到输送和二次生成作用影响较大,而PLOM受地面源影响大。以上研究有助于全面了解城市气溶胶的组成、来源、反应和垂直特征,帮助人们了解区域空气质量水平,以及有机气溶胶在灰霾过程中的作用和潜在的健康效应,并为合理的减排措施提供科学参考依据。部分研究成果发表在*Atmospheric Chemistry and Physics*, *Journal of Geophysical Research*等期刊上。

6.2.3 大气动力学

中国科学院大气物理研究所陈光华主持的面

上项目“热带气旋能量频散激发和调制天气尺度赤道波动的机理研究”(项目批准号:41475074)主要研究了在东亚夏季风大环流背景下,热带西北太平洋的赤道地区波动和赤道外热带气旋之间的相互作用与反馈过程。该项目对热带气旋如何通过东南向的能量频散激发和调制赤道波动的物理过程进行了深入研究。首先,项目利用高分辨率在分析资料和卫星海面风场繁衍资料,给出热带气旋能量频散影响赤道波活动的统计特征。其次,项目根据热带气旋能量频散对赤道波动不同影响的分类,指出不同类别中热带西太平洋大尺度夏季风环流结构的特征,并比较了不同位置热带气旋在各个强度和结构演变阶段激发能量频散以及影响天气尺度赤道波动的差异。再次,项目根据热带气旋东南向能量频散的物理过程,从热带西太平洋夏季风环流特征的动力角度出发,研究了基本环流对天气尺度赤道波动的生成和调制的影响。最后,项目使用数值模式开展了敏感性试验,通过设计不同强度和结构的季风环流背景,检测了不同环流背景下热带气旋能量频散的差异,以及环流背景对激发赤道波动的影响,从而验证了理论分析所得到的结果。该项目所取得的成果,加深了人们对热带气旋和赤道波动的相互作用过程如何导致热带气旋群发性的物理机制的理解。部分研究成果发表在 *Journal of Atmospheric Sciences* 和 *Journal of Climate* 等期刊上。

6.2.4 气候学与气候系统

北京师范大学冯娟主持的面上项目“印太暖池区域海温经向结构对我国夏季降水的影响及机理研究”(项目批准号:41475076)针对印度洋—太平洋暖池地区的海温经向结构如何影响热带 Hadley 环流,并进而影响中国夏季降水过程进行了深入研究。结果发现:①Hadley 环流对赤道非对称加热的响应幅度是其对赤道对称加热响应的 5 倍,且这种差异具有显著的季节性(冬夏季节的响应明显小于春秋季节),表明在过渡季节 Hadley 环流对海温经向结构的分布更为敏感。②发现两类 ENSO 现象暖事件分别对应不同的海温经向结构异常,其中东部型暖事件主要在秋季影响中国降水,而中部型暖事件主要在夏季影响中国降水。该项目所取得的成果,为进一步理解热带海洋的气候效应和 Hadley 环流的长期变率具有重要的科学意义。部分研究成果发表在 *Journal of Geophysical Research* 和 *Journal of Climate* 等期刊上。

6.2.5 大气化学

北京大学吴志军负责的面上项目“实验和观测研究水溶性类腐殖质(Humic Like Substances, HULIS)对大气气溶胶吸湿和活化的影响”(项目批准号:41475127)结合实验室测量和外场闭合实验结果,对生物质燃烧产生的颗粒物和实际大气收集到的颗粒物中 HULIS 展开了研究,利用双电迁移颗粒物吸湿测定仪、云凝结核计数仪、静电场轨道阱超高分辨率液质联用仪和高分辨率飞行时间气溶胶质谱等手段测定了 HULIS 的化学组分和表面张力、吸湿等性质,探究其对大气气溶胶吸湿和活化的影响。项目系统表征了我国不同环境下颗粒物吸湿性与其化学组分的关系,给定我国不同大气环境颗粒物的吸湿增长参数;通过建立动态表面张力的测定方法,表征了不同环境大气颗粒物中 HULIS 的表面活性,发现不同来源 HULIS 的化学性质与表面活性不同;揭示了我国华北平原由于气溶胶无机盐含量高,气溶胶含水量在重污染期间快速增加从而加重了污染形成,起到了正反馈促进作用。该研究成果系统地呈现了我国大气颗粒物的吸湿特性,提供了不同来源颗粒物中 HULIS 的表面活性和吸湿性参数,为后期就研究颗粒物的吸湿对大气污染演变及消光效应提供了关键数据。部分研究成果发表在 *Atmospheric Chemistry and Physics*, *Science of Total Environment* 和 *Atmospheric Environment* 等期刊上。

6.2.6 大气环境与全球气候变化

南京信息工程大学肖薇主持的面上项目“开放水面蒸发同位素富集经典模型在太湖的直接检验与发展”(项目批准号:41475141)选取大型湖泊太湖(面积 2 400 km²)为研究对象,基于光谱技术对大气水汽的 HDO 和 H₂¹⁸O 组分开展原位观测,基于通量梯度法首次实现了开放水面蒸发的 HDO 和 H₂¹⁸O 组分的长期连续观测,然后,对 Craig-Gordon 模型中不确定性最大的动力学分馏系数进行检验。研究结果表明传统湖泊水文学研究中采用动力学分馏系数明显偏高,而自然条件下湖泊水面蒸发过程中的动力学分馏效应要弱很多,海洋研究采用的数值更为适用。在用稳定同位素质量守恒法计算湖泊蒸发时,如果采用海洋算法,则与涡度相关观测结果一致,如果采用湖泊算法,则湖泊蒸发被高估 72‰。此外,该项目也进一步评估了较弱的动力学分馏效应对区域水汽循环、全球蒸散组分拆分、洋面过量氘—湿度关系和全球降水过量氘模拟结果的影响。研究结果表明采用较弱的动力学分馏

系数,北美洲五大湖区水汽再循环的效果与气象模型研究结果更为接近。在全球蒸散组分拆分研究中,如果采用较弱的动力学分馏系数,则全球蒸腾占蒸散的比值从原有结果的 $84\% \pm 9\%$ 降低到 $76\% \pm 19\%$,与非同位素方法的更为符合。此外,采用较弱的动力学分馏系数,开放洋面过量氧与湿度之间的关系和全球气候模型中对降水过量氧的模拟更为合理。部分研究成果发表在 *Journal of Geophysical Research* 和 *Environmental Science and Technology* 等期刊上。

6.3 存在的主要问题

2018年的结题报告和进展报告与往年相比,依然存在很多不规范的地方。科学处将问题总结如下,供项目负责人参考:①结题报告撰写不规范,对核心成果和进展凝练不够。②基金成果标注不规范,漏标、错标问题依然明显。发表成果与项目之间的关联性不高,以第一标注为主的科研成果较少。③部分项目负责人还存在不及时提交结题报告的情况。以上问题,请项目负责人和依托单位加以注意。由于大气学科试点改革,学科处建议随后结题的项目可以依据不同的科学问题属性归纳和总结成果要点,突出原创性、交叉性强的科研成果。

7 结 语

2019年大气科学面上项目实施分类评审试点改革,为了确保改革任务落实落地,学科处以改革为契机,在国家自然科学基金深化改革的目标和思路指导下,认真分析学科发展现状与问题,通过各方的积极努力有力促进了大气科学分支学科均衡发展,重点引导对薄弱学科、关键核心技术等方向的资助,顺利完成了2019年的基金评审任务,并提

出如下建议:①由于不同科学属性的评议要点侧重不同,请申请人基于研究方向及具体研究内容正确选择项目的科学问题属性。②大气科学学科以“落实资助导向、推动精准资助”为总体思路,鼓励原始创新和学科交叉,激励科学家勇闯“无人区”^[4]、勇于破解“卡脖子”关键技术难题背后的科学问题。③自然科学基金委高度重视科研诚信^[5],建议申请人在申报项目过程中,严格遵照项目指南及撰写提纲,如实填写相关内容,避免出现同年申请不同类型项目未上报、科研成果不诚实标注及与其他申请或获批项目出现高相似度等问题。④学科处将致力于推进“负责任、讲信誉、计贡献”(RCC^[1])的评审机制,建议评议专家对不予资助的项目要有具体的针对性评议意见,不能过于笼统。对于恶意评审的专家,将永久计入专家诚信档案。⑤资助项目计划书填写过程中要求项目负责人就函评专家关切的问题和所提建议给予回应,这有助于项目进一步完善研究方案、提高项目的可执行度、顺利完成项目所提出的预期科学目标。

参考文献(References):

- [1] 李静海. 全面深化科学基金改革更好发挥在国家创新体系中的基础引领作用[J]. 中国科学基金, 2019, 33(152): 209-214.
- [2] 于晟, 李积明, 杨若文, 等. 2018年度大气科学领域项目评审与研究成果分析[J]. 地球科学进展, 2018, 33(12): 1 314-1 319.
- [3] David Cyranoski. Artificial intelligence is selecting grant reviewers in China [J]. *Nature*, 2019, 569: 316-317.
- [4] 新华社. 李克强主持召开国家杰出青年科学基金工作座谈会 [EB/OL]. 新华网, 2019-09-03. [2019-08-20]. http://www.xinhuanet.cn/photo/2019-09/03/C_1124957023.htm.
- [5] 陈宜瑜. 开启新时代科学基金科研诚信建设新征程[J]. 中国科学基金, 2018, 32(4): 351-353.