

· 专题二:深化科学基金改革 ·

新时代国家自然科学基金资源配置机制优化研究

刘益宏¹ 高阵雨^{1*} 李铭禄^{2*} 王长锐¹

1. 国家自然科学基金委员会 计划局, 北京 100085
2. 国家自然科学基金委员会 政策局, 北京 100085

[摘要] 科学合理的资源配置机制是提升国家自然科学基金资助效能的基础保障,持续优化资源配置机制是深化国家自然科学基金深化改革的必然要求。本文对国家自然科学基金资源配置现状进行梳理总结,分析目前存在的不足,提出下一步工作建议,为新时代国家自然科学基金资源配置机制的持续优化提供参考。

[关键词] 国家自然科学基金深化改革;资源配置;资助计划;优化管理

“基础研究是整个科学体系的源头,是所有技术问题的总机关”^[1]。党中央、国务院始终对基础研究高度重视,持续加大对基础研究的投入。作为资助基础研究的主渠道之一,国家自然科学基金(以下简称“科学基金”)财政投入从1986年的8000万元增长到2019年的311亿元,累计投入2474亿元。特别是十八大以来,科学基金财政投入从2013年的162亿元增长到2019年的311亿元,增幅近100%,累计投入1685亿元。如何进一步提升财政投入对基础研究的保障与激励作用,充分发挥科学基金在国家科技创新体系中的独特作用,是科学基金资源配置工作需要持续思考的问题。

资源配置是社会经济学范畴里的概念。资源的稀缺性决定了任何一个社会系统都必须通过自然、市场或计划的方式在恰当的时间把有限的资源合理地分配到社会的各个领域中去,以获取最佳收益。一般来说,资源如果能够得到相对合理的配置,经济效益会显著提高,反之,经济发展就会受到阻碍^[2]。

资源配置的概念与模式已被广泛应用于包括科技在内的各个领域^[3-6]。具体到科学基金,在每年的资助工作开始前,国家自然科学基金委员会(以下简称“自然科学基金委”)以编制年度资助计划的方式完成科技资源(财政投入)在科学基金资助体系内的配置,包括确定当年各项目类型、各学科领域的经费规模,提出项目资助模式的有关要求和意见等,在宏



高阵雨 博士,副研究员,现任国家自然科学基金委员会计划局发展计划处处长。自2013年起在国家自然科学基金委员会工作,2013—2018年在计划局人才处工作,2018年起在计划局发展计划处工作。



李铭禄 博士,副研究员,现任国家自然科学基金委员会政策局发展战略处处长。主要研究方向:科技政策、科研管理。



刘益宏 博士,助理研究员,现任国家自然科学基金委员会计划局项目主管。

观层面上指导当年项目评审与资助工作的开展。

具体来讲,科学基金的资源配置需要牢牢把握科学基金在国家五大科技计划中的战略定位,遵循基础研究规律,既要支撑未来长远发展,又要考虑当下紧迫需要;统筹各方要素,既要鼓励科研人员自主选题开展前沿探索,稳定和壮大科研人才队伍,推动学科全面协调发展,也要坚持需求和问题导向,聚焦

国家重大战略需求加强部署,孕育重点领域原创突破。目前,科学基金已形成以 18 种项目类型为载体、9 个科学部为主要项目管理部门的资助格局。基于 18 种项目类型不同的资助定位,结合各个学科领域的发展需求,通过科学合理地编制资助计划,完成有限科技资源在不同项目类型之间、不同学科领域之间的优化配置,实现科学基金对基础研究发展需求的统筹部署。

提升基础研究创新活动成效,充分发挥科学基金在国家科技创新体系中的独特作用,是新时代科学基金深化改革对资源配置工作提出的新要求。本文对科学基金资源配置工作现状进行梳理,分析目前存在的不足,提出下一步工作建议,为新时代科学基金深化改革下资源配置机制的持续优化提供参考。

1 科学基金项目资金的批准与拨付特点

科学基金资助项目资金一般分为直接费用和间接费用。直接费用是指在项目研究过程中发生的与之直接相关的费用,间接费用是指依托单位在组织实施项目过程中发生的无法在直接费用中列支的相关费用^[7]。直接费用一般在项目获批准后,分年度按比例进行拨付;间接费用则于项目获批准后的次年进行核定,按依托单位统一拨付。

以 2019 年批准资助的某面上项目(执行期为 2020—2023 年)为例:直接费用 60 万元在批准当年首先拨付 50%,然后分别在 2021 年、2022 年拨付 30%、20%;间接费用在 2020 年进行核定,以依托单位为基本单元,分年度平均拨付。若项目无法正常执行,其项目费用相应做缓拨、停拨、追回等处理。

2 资助计划中的基本概念

基于科学基金项目资金的批准与拨付特点,科学基金的资源配置要在当年财政投入预算的约束下,首先满足已批准的在研项目刚性拨款需求,结合当年资助工作及未来发展需要,合理安排当年新批项目的首次拨款空间,制订年度资助计划。

其中,财政预算是指当年最大可以用于拨付的“资金帽”,包括在研项目的刚性拨款以及新批准项目首次可用最大拨款空间。即:

$$\text{财政预算} = \text{在研项目刚性拨款} + \text{新批项目首次可用最大拨款空间} \quad (1)$$

其中,在研项目的刚性拨款是指历年已批准项目(且为正常在研状态)的刚性拨款需求;新批准项

目首次可用最大拨款空间是指可用于新批准项目首次拨款的最大拨付额度。

资助计划额度与财政预算是两个时间维度上的概念。资助计划额度是指当年可新批准项目的资金总额度,一般在批准后 3~4 年内按比例陆续完成拨付。资助计划额度一般由预算约束、当年资助工作需求、未来长远发展等方面统筹确定。

资助计划的编制和执行本质上是科技资源在科学基金资助体系内的配置和实施过程。自然科学基金委通过编制资助计划将资助思想转化为可操作的项目资助方案(如公式 2 所示),在宏观层面上指导当年的项目评审与资助工作。

$$\text{资助计划额度} = \sum_{\text{项目类型}} \sum_{\text{学科领域}} \text{计划额度}_{\text{项目类型}_{\text{学科领域}}} \quad (2)$$

3 资助计划编制的基本流程

资助计划的编制过程自上而下可分为确定年度资助计划总额度、完成计划总额度在项目类型之间以及在学科领域之间的配置等三个步骤。

3.1 确定年度资助计划总额度

根据公式 1,通过预算总量减去在研项目的当年刚性拨款,得到新批准项目首次可用的最大拨款空间,综合各项资助工作需要、未来财政预期、拨款计划等因素,统筹确定年度资助计划的总额度,即当年年度科学基金的总体计划投入规模。

3.2 确定各项目类型的计划额度

确保落实党中央国务院关于基础研究部署以及科学基金深化改革等任务,充分发挥科学基金在自主选题、面向需求、人才培养、科学仪器、国际合作等各方面的资助功能,结合不同项目类型的资助定位,确定其相应计划额度,完成公式 2 中红色部分的配置,即当年年度科学基金在不同资助内容上的计划投入规模分配。

3.3 各项目类型计划额度在学科领域之间的配置

不同项目类型计划额度在学科领域之间的配置

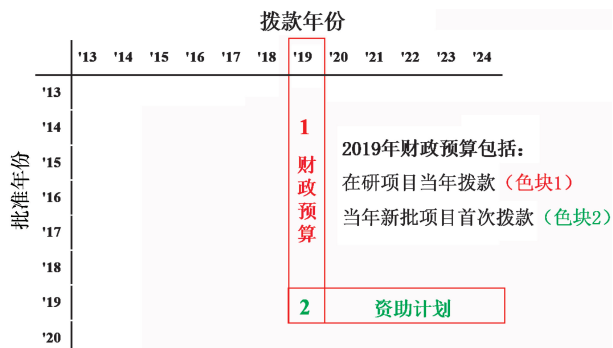


图 1 财政预算与资助计划的概念及关系

规则有所不同。根据相应规则完成各项目类型计划额度在不同学科领域之间的配置后(公式中2绿色部分),最终形成当年度资助计划(包括各学科、各项目类型的资助规模、资助强度、资助率等)。

4 新时代科学基金改革下资源配置的重点变化

在新时代科学基金深化改革过程中,针对不同资助内容、不同学科领域上的基础研究需求,科学基金资源配置持续优化,主要体现在以下六个方面。

4.1 更加强化需求导向的前瞻部署

自然科学基金委贯彻“四个面向”方针,落实巡视整改要求,在资源配置中更加强化需求导向的前瞻部署,进一步加强基础研究对国家重大需求的支撑与供给,推动解决关键领域“卡脖子”背后的核心科学问题。

贯彻中央领导同志关于加强数学和基础物理研究的重要批示精神,落实《国务院关于全面加强基础科学研究的若干意见》的要求,加大对数学、物理等基础学科的倾斜支持力度,数学天元基金项目 and 理论物理专款计划额度均提高40%;部署资助“PandaX 四吨级液氮时间投影室探测器”“基于暗物质粒子探测(DAMPE)实验的关键科学问题研究”等专项项目,支持暗物质探测领域相关研究取得重大突破。在常规重大研究计划部署外,专项启动“航空发动机高温材料/先进制造及故障诊断科学基础”重大研究计划,支撑“两机”领域基础研究。针对芯片制造中面临的“卡脖子”关键科学问题,统筹部署多种项目稳定支持我国学者在集成电路新材料、新结构和新原理器件方面不断取得新成果,夯实“芯片”制造科技基础。强化金融风险、脱贫攻坚、污染防治领域部署,通过设立优先资助领域、专项资金等多种方式,持续加大基础研究投入,为打好三大攻坚战提供科技支撑。

2019年,为进一步强化对需求和问题导向的前瞻部署,安排重点项目、重大项目、重大研究计划项目、基础科学中心项目等重大类型项目计划资助规模约55亿元,比2018年增长约10亿元。

4.2 初步建立联合资助新模式

整合现有联合资助布局,优化顶层设计,充分发挥科学基金平台作用,建立新时期联合基金资助模式,引导多元投入基础研究。规范出资比例,按照1:3和1:4的出资比例,设立区域创新发展联合基金和企业创新发展联合基金,按照1:2的出资比

例,继续与行业部门分别设立联合基金,进一步提升资助效益。

截至2020年5月,新时期联合基金模式已吸引资金68.74亿元。其中,四川、湖南、安徽、吉林、浙江、青海、广东、湖北、辽宁、宁夏、黑龙江、西藏、广西、重庆、北京、河北等已加入区域创新发展联合基金,吸引资金49.8亿元;中国石油、中国海油、中国电科、中国航天、中国广核等已加入企业创新发展联合基金,吸引资金10.94亿元;与中国工程物理研究院、水利部和中国长江三峡集团有限公司、中国民用航空局、中国通用技术研究院等行业部门分别设立联合基金,吸引资金8亿元。

2019年,安排联合委内经费资助计划7.25亿元,比2018年减少0.25亿元;委外经费资助计划12.03亿元,比2018年增长3.57亿元,引导社会资金投入基础研究的能力有所增强。

4.3 进一步加强对优秀科研人才的支持力度

在深入分析基础研究人才培养需求和特点的基础上,通过提高资助规模、整合资助体系、加强统筹衔接、优化资金管理等多种方式持续加强对优秀科研人才的支持力度。

(1) 提高资助规模。2019年,优秀青年科学基金项目、国家杰出青年科学基金项目、创新研究群体项目(新启动项目)计划指标分别从400项、200项和38项提高至600项、300项和46项,进一步加强对优秀科研人才和团队的支持。

(2) 整合资助体系。2019年,不再安排创新研究群体项目(延续资助项目)资助计划;逐步取消海外及港澳学者合作研究基金项目(2019年取消两年期项目,2020年取消四年期项目);面向港澳特区8家综合实力较强高校的科研人员试点开放优秀青年科学基金项目(港澳)申请,专项设立25项指标;允许向在国内工作的外籍非华裔科研人员开放优秀青年科学基金项目和国家杰出青年科学基金项目申请;强化外国青年学者研究基金项目功能,分层次、全方位资助优秀外国学者。

(3) 加强统筹衔接。按照中央人才工作协调小组的统一部署,加强国家杰出青年科学基金项目和优秀青年科学基金项目与其它科技人才计划的统筹衔接,避免重复资助。着力消除人才项目异化使用现象,引导科技界树立正确用人导向。相关要求已落实到2020年项目申请的相关工作中^[8]。

(4) 优化资金管理。为赋予科研人员更大经费使用权,更好地激励创新,2019年起,在新批准资助

的国家杰出青年科学基金项目试点经费使用“包干制”，取消预算编制，项目经费不再分为直接经费和间接经费。以 60 家依托单位获得的优秀青年科学基金项目、创新研究群体项目（新启动项目）和海外及港澳学者合作研究项目（四年期）为试点，调整资助经费结构，提高间接费用占比。2020 年起，将青年科学基金项目的经费资助方式调整为固定额度（24+6），同时拟将所有依托单位获批的青年科学基金项目、优秀青年科学基金项目、创新研究群体项目（新启动项目）纳入提高间接费用比例的试点范围。

4.4 推动实施原创探索计划

以“鼓励探索，突出原创”资助导向为指引，进一步加强对原始创新研究的支持，以研究思想的原创性和预期成果的引领性作为评价重点，实行有别于现行模式的遴选方式和实施机制，引入双盲评审、预申请、互动式评审等创新管理机制，以相对灵活的资助模式支持不同层次的原创研究。2020 年安排原创探索计划经费 3 亿元，专项支持高风险、颠覆性强的研究。

4.5 充分发挥宏观调控的作用

为进一步强化科学基金宏观调控能力，贯彻落实党中央、国务院重大决策部署及下达的指令性任务，针对国家科技、经济、社会发展的重大突发需求及时部署启动基础研究任务，持续提高宏观调控经费规模，部署了“埃博拉应急研究”“嫦娥四号任务科学研究”“非洲猪瘟重大基础科学问题”等一系列专项研究项目。针对新冠肺炎疫情重大突发公共卫生事件，兼顾应急与长远紧急部署“新型冠状病毒（2019-nCoV）溯源、致病及防治的基础研究”等专项项目，支持科研人员围绕新型冠状病毒感染的病原学、流行病学、发病机制、疾病防治等重大科学问题，开展基础性、前瞻性联合研究，为新型冠状病毒感染及新发突发传染病防控提供理论及技术支持。

4.6 更加注重对高质量申请的引导

学科领域申请量的变化在一定程度上可以作为表征学科发展动态的指标，用来反映学科发展在资源配置上的需求^[9]。2019 年以前，科学基金大多数项目类型，包括面上项目、青年科学基金项目、国家杰出青年科学基金项目等均采用历史额度（指标）和申请量加权的方式动态配置不同学科领域的计划额度。

近年来，科学基金项目申请量以 10% 以上的速

度快速增长，学科领域之间的申请量差异越发显著，计划额度不得向申请量增长较快的学科倾斜。另外，跟风申请、重数量轻质量等无序申请问题逐渐显现，使得申请量已难以客观表征各学科发展的真实需求，不再适宜作为资助计划额度配置的参考权重。在 2017 年逐渐减小申请量在国家杰出青年科学基金项目和优秀青年科学基金项目计划额度配置中的权重后，2019 年起，科学基金资助计划分配不再与申请量挂钩，体现了稳定支持学科均衡协调发展的资源配置新思路，向外界发出引导高质量项目申请的信号。

5 存在的问题

通过改革后的一系列优化调整，科学基金资源配置水平有所提高，但一些深层次问题的出现值得注意和思考。

5.1 如何进一步提升科学基金面向国家战略需求的资助效能

2017 年以来，科学基金不断优化资助模式，持续加强面向国家战略需求的前瞻部署，但在支持科研人员解决关键技术背后的核心科学问题，培育重大科研成果方面仍存在不足。

一方面，重大类型项目资助体系的顶层设计尚有欠缺。重大类型项目的立项与其他科技计划衔接不紧密，部分重大类型项目的资助定位仍存在偏离、重叠、竞争性不够、交叉融合不足等问题。另一方面，在逐步提高重大类型项目资助规模、强化学术研究攻坚能力的同时，对重大科研仪器设备研制的投入有所减弱，导致支撑原创探索研究的新手段、新工具不足，突破关键问题的硬件条件缺失。

5.2 如何保障科学基金对前沿探索的稳定支持力度

近年来，为进一步提升科学基金满足国家重大战略需求的能力，自然科学基金委持续加大重点项目、重大项目、重大研究计划、基础科学中心等重大类型项目的部署力度。但受限于财政投入的刚性约束，面上项目、青年科学基金项目、地区科学基金项目的资助规模近年来几乎没有增长，占科学基金整体资助规模的比例在 2019 年首次低于 60%（如图 2 所示）。同时，三类项目的资助率逐年下降，2019 年分别为 18.98%、17.90% 和 14.88%，均低于国际上 20%~35% 左右的平均水平^[10]。资助率的快速下

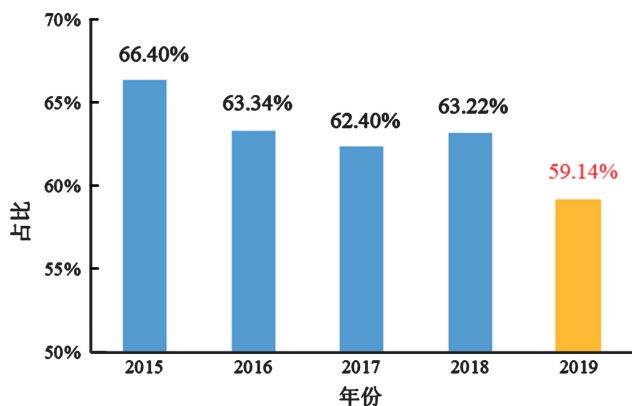


图2 面上、青年、地区等项目的资助规模占比

降,一方面源于申请量的快速上涨,另一方面也和整体资助规模缺少持续投入有关。三类项目经费占比的下降,一定程度上减弱了科学基金对前沿探索的稳定支持力度,从长远看,可能会对基础研究人才团队的稳定壮大、学科领域的持续发展、原创思想的培育产生消极影响。

5.3 如何强化科学基金对高质量申请的引导

针对跟风申请、重数量轻质量等无序申请问题,在取消申请量与资助计划配置挂钩后,自然科学基金委出台一系列政策,包括限项政策优化调整、强化依托单位主体责任等举措进一步引导高质量项目申请,促进项目申请回归常态,但见效可能需要相对较长的时间。另外,目前尚未找到一个新的指标能够客观反映学科发展动态及其对科技资源的真实需求,这使得科技资源在学科领域之间进行合理配置时缺少一定的事实依据。

6 下一步工作建议

6.1 持续提升科技资源配置水平

积极争取更多财政投入,同时利用联合基金等平台引导地方、企业、行业部门加大基础研究投入力度,积极探索社会和个人捐赠渠道,完善多元投入机制。

继续落实“四个面向”要求,立足科学基金资助特色,将自主选题类项目经费占比保持在60%左右,夯实科技基础;进一步加大重点项目、重大项目、重大研究计划项目等重大类型项目部署力度,加强重点项目与联合基金重点支持项目统筹资助,加大国家重大科研仪器研制项目的投入力度,持续优化科学基金满足国家重大战略需求的能力;优化各项目类型资助强度的梯度结构,将资源向青年科研人

才倾斜,“给足油”助力青年科研人才“起步不熄火”。

充分发挥科学基金五年发展规划的指导作用,结合各学科及跨学科优先发展领域的实际需求进行资源配置,在规划执行期内保持各领域自主选题类项目经费规模的基本稳定;强化资助计划的管理柔性,各项目管理部门可根据学科特点,灵活利用专项项目经费、宏观调控经费等方式补充支持科研人员开展基础研究和前沿探索,推动各学科领域可持续发展;持续推进科学基金项目绩效评价工作,尤其是以学科领域为对象的绩效评价,探索建立绩效评价结果对资源配置的反馈机制。

在更长的时间尺度上,“优化学科布局”,即打破现有学科壁垒,建立完善学科布局后,也相应需要考虑改变目前以项目管理部门或学科领域为基本单元的资源配置模式,思考建立更加灵活、柔性的资助计划配置和管理模式。

6.2 强化对高质量项目申请的引导

下大力气引导高质量申请,促进项目申请回归常态,不仅是创造良好科学基金氛围的必然要求,也是在源头上提升科学基金资助效能的必要举措。

要持续优化限项政策,强化与其它国家科技计划的衔接,引导科研人员将精力放在推进项目研究而非“跑项目”上;强化依托单位主体责任,将申请质量情况纳入依托单位信用评价体系,并与间接经费、申请资格等挂钩;将结题和立项摆到同等重要的位置,强化项目成果抽查和验收,采用通讯评审方式对成果/结题报告进行抽查,同时避免一份项目成果应付多个项目的情况。从强化成果监督的角度,扭转重申请、轻结题的错误倾向,倒逼项目申请质量的提高;适时开展项目申请质量评估工作,择机将申请量重新纳入资源配置的参考权重。

6.3 以系统思维谋划科学基金资助格局升级

积极应对科研范式变革和支撑国家重大需求,探索构建更加符合基础研究发展规律、更加有利于创新成果涌现、更加满足科研人员资助需求的科学基金资助新格局。基于科研发展规律和人才成长路径,可考虑将科学基金项目分为三个阶段的项目群。

第一阶段,通过大量的小额项目资助,支持广大科研人员自主选题创新研究,汇聚原创思想,培养青年人才从事基础研究的兴趣,保持各学科协调可持续发展。

第二阶段,在第一阶段基础上,针对已取得一定

成绩、有较大发展潜力的重点研究领域和方向,加大资助力度,培养有望取得更大成绩的优秀科研人员,推动更多“点”上取得科学突破。

第三阶段,在第二阶段基础上,聚焦优势方向,集中优势资源,培养造就引领世界科技前沿的杰出人才,推动产出一批重大原创成果,提升我国整体基础研究水平。

从整体结构上看,三个阶段项目数量由多到少,资助强度不断增加,研究方向逐步聚焦,共同构成新时期有机高效的科学基金资助格局。

7 结 语

完善的资源配置机制是科学合理用好财政投入、提升科学基金资助基础研究效能的基础保障。在科学基金深化改革的背景下,资源配置工作的优化调整要遵循“改革一盘棋”的基本原则,统筹考虑各方面改革要素和推进情况,与项目分类评审、学科布局优化、完善重大项目立项机制、接受社会捐赠、限项政策优化、强化绩效评价等改革任务联动,统筹推进相关工作,为促进基础研究创新活动效率最大化、提升科学基金资助效能、充分发挥科学基金在国家科技创新体系中的独特作用提供基础保障。

参 考 文 献

- [1] 科学技术部.《关于印发“十三五”国家基础研究专项规划的通知》.(2017-05-31)/[2020-8-24]. http://www.most.gov.cn/kjzc/gkjzc/jcyjkyjd/201706/t20170629_133850.htm.
- [2] 新玉言.《新型城镇化——格局规划与资源配置》.北京:国家行政学院出版社,2013.
- [3] 罗娟,汪泓.医疗资源向何处去:上海市医疗资源配置及利用研究.上海:上海交通大学出版社,2015.
- [4] 刘文秀.市场——资源配置的决定因素.北京:清华大学出版社,2016.
- [5] 朱俊生.中国保险业转型期发展研究:结构、效率与资源配置.北京:首都经济贸易大学出版社,2008.
- [6] 段忠贤.科技资源配置研究述评与展望.科技与经济,2016,29(171):6—10.
- [7] 中央人民政府.国家自然科学基金资助项目资金管理办法.(2015-04-15)/[2020-8-24]. http://www.gov.cn/zhengce/2015-04/15/content_5023614.htm.
- [8] 国家自然科学基金委员会.2020年度国家自然科学基金项目指南.(2020-01-10)/[2020-8-24]. <http://www.nsf.gov.cn/publish/portal0/xmzn/2020>.
- [9] 王岩,郭琨,王珏,等.国家自然科学基金申请量快速增长试析——以面上项目为例.中国科学基金,2013,27(1):44—48.
- [10] 阿儒涵,刘志鹏,郝艳妮,等.我国自然科学基金资助机制研究:竞争择优机制下的稳定支持.中国科学基金,2019,33(5):480—485.

Research on Optimization of Resource Allocation of National Natural Science Foundation of China

Liu Yihong¹ Gao Zhenyu^{1*} Li Minglu^{2*} Wang Changrui¹

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

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

Abstract Scientific and reasonable resource allocation mechanism is the basic guarantee to improve the funding efficiency of National Natural Science Foundation of China (NSFC), and continuous optimization of resource allocation mechanism is the inevitable requirement of the NSFC reform. This paper summarizes the practice of NSFC resource allocation, analyzes the existing shortcomings, and puts forward suggestions for the next step, which provides reference for the continuous optimization of resource allocation mechanism under the NSFC reform in the new era.

Keywords NSFC reform; resource allocation; funding plan; optimal management

(责任编辑 张强)

* Corresponding Author, Email: zygao@nsfc.gov.cn, liml@nsfc.gov.cn