

**国家自然科学基金 2021 年度  
绩效评价报告**

**国家科技评估中心  
2022 年 3 月**

根据财政部《项目支出绩效评价管理办法》（财预〔2020〕10号）的要求，参照“项目支出绩效评价报告（参考提纲）”的内容和格式，形成本报告。

# 前言

受国家自然科学基金委员会委托，国家科技评估中心作为第三方机构承担了 2021 年度国家自然科学基金的绩效评价工作。本年度绩效评价对象为国家自然科学基金的六个项目类型，具体包括：面上项目、青年科学基金项目、地区科学基金项目、国家杰出青年科学基金项目、重点项目和基础科学中心项目。

国家自然科学基金委员会对预算绩效管理工作高度重视，成立了由李静海主任担任组长的绩效管理领导小组，专门设立绩效管理办公室负责组织推进相关工作，委内各局（室）、科学部和信息中心参与和支持，为绩效评价的顺利完成提供了重要保障。

国家科技评估中心和绩效管理办公室联合组成绩效调研组，研究建立了六类项目的绩效评价指标体系；通过数据整理分析、项目抽样评价、依托单位调研、成果调查、服务对象满意度调查等方法，完成了对各项绩效指标的监测和信息采集。

遵循独立、科学、规范的原则，国家科技评估中心对各类绩效信息进行了综合分析，邀请专家对自然科学基金的年度绩效进行打分，形成专家组意见。基于绩效信息分析和专家组意见，国家科技评估中心独立开展评价，并征求了国家自然科学基金委员会的意见，按照财政部关于绩效评价报告的内容和格式要求，形成本报告。

# 目 录

一、项目概况.....	1
(一) 国家自然科学基金总体情况.....	1
(二) 2021 年绩效评价项目情况.....	3
(三) 2021 年度绩效目标设定情况.....	14
二、绩效评价工作情况.....	18
(一) 绩效评价目的和范围.....	18
(二) 绩效评价原则、指标体系与评价方法.....	18
(三) 绩效评价工作过程.....	25
三、综合评价情况及评价结论.....	26
(一) 绩效目标完成情况.....	26
(二) 综合评价得分.....	32
(三) 评价结论.....	33
四、绩效评价指标分析.....	37
(一) 项目决策情况.....	37
(二) 项目过程情况.....	42
(三) 项目产出情况.....	48
(四) 项目效益情况.....	51
五、主要经验做法及存在问题.....	68
(一) 有关经验做法.....	68
(二) 存在问题.....	72
六、有关建议.....	75

# 一、项目概况

## （一）国家自然科学基金总体情况

国家自然科学基金（简称“自然科学基金”）自 1986 年正式设立，是中央财政经费资助我国基础研究的主要渠道之一，管理机构为国家自然科学基金委员会（简称“自然科学基金委”）。自然科学基金聚焦基础、前沿、人才，注重创新团队和学科交叉，目前形成了包括多种项目类型的资助格局。

2021 年，自然科学基金委坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，认真落实习近平总书记关于科技创新的指示批示精神以及党中央、国务院关于加强基础研究的决策部署，以构建理念先进、制度规范、公正高效的自然科学基金治理体系为目标，持续部署推进自然科学基金系统性改革，制定自然科学基金中长期和“十四五”发展战略规划，着力完善多项管理机制，优化资助计划，推动我国基础研究发展与人才队伍建设。

2021 年自然科学基金财政预算 309.08 亿元，比上年增加 19.88 亿元。本年度共受理来自全国 2373 家依托单位的 28.73 万份申请，批准资助各类项目 4.89 万项，完成资助项目资金拨款 305.07 亿元，其中，资助项目直接费用拨款 258.02 亿元，间接费用拨款 47.05 亿元。自然科学基金历年财政预算情况见图 1.1。2021 年组织开展 2020 年底项目结题和进展审核工作，完成 41025 个项目结题审查和 110521 个项目进展跟踪。

根据自然科学基金 2021 年度结题项目成果统计，2021 年自然科学基金结题项目的相关研究成果累计获国家级奖励 550 项，其中国家

自然科学奖 152 项，国家科学技术进步奖 277 项，国家技术发明奖 121 项；省部级奖励 4353 项；获国外授权专利 1146 项，国内授权专利 43340 项。



图 1.1 国家自然科学基金历年财政预算情况（2010-2021 年）

2021 年是新时代自然科学基金持续深化改革的第四年。自然科学基金委主动适应新时代对基础研究提出的新挑战，按照自然科学基金系统性改革方案，扎实推进各项改革举措，“理念先进、制度规范、公正高效”的自然科学基金体系建设取得新进展，具体包括：进一步明确资助导向，持续扩大“负责任、讲信誉、计贡献”评审机制试点，优化学科布局，完善科学问题凝练与重大类型项目立项机制，推进原创探索计划，优化人才资助体系，深入推进学科交叉融合，优化经费管理，持续拓展基础研究多元化投入，积极推动自然科学基金资助成果贯通应用以及全面推进绩效评价改革。自然科学基金深化改革实施方案纲要如图 1.2 所示。

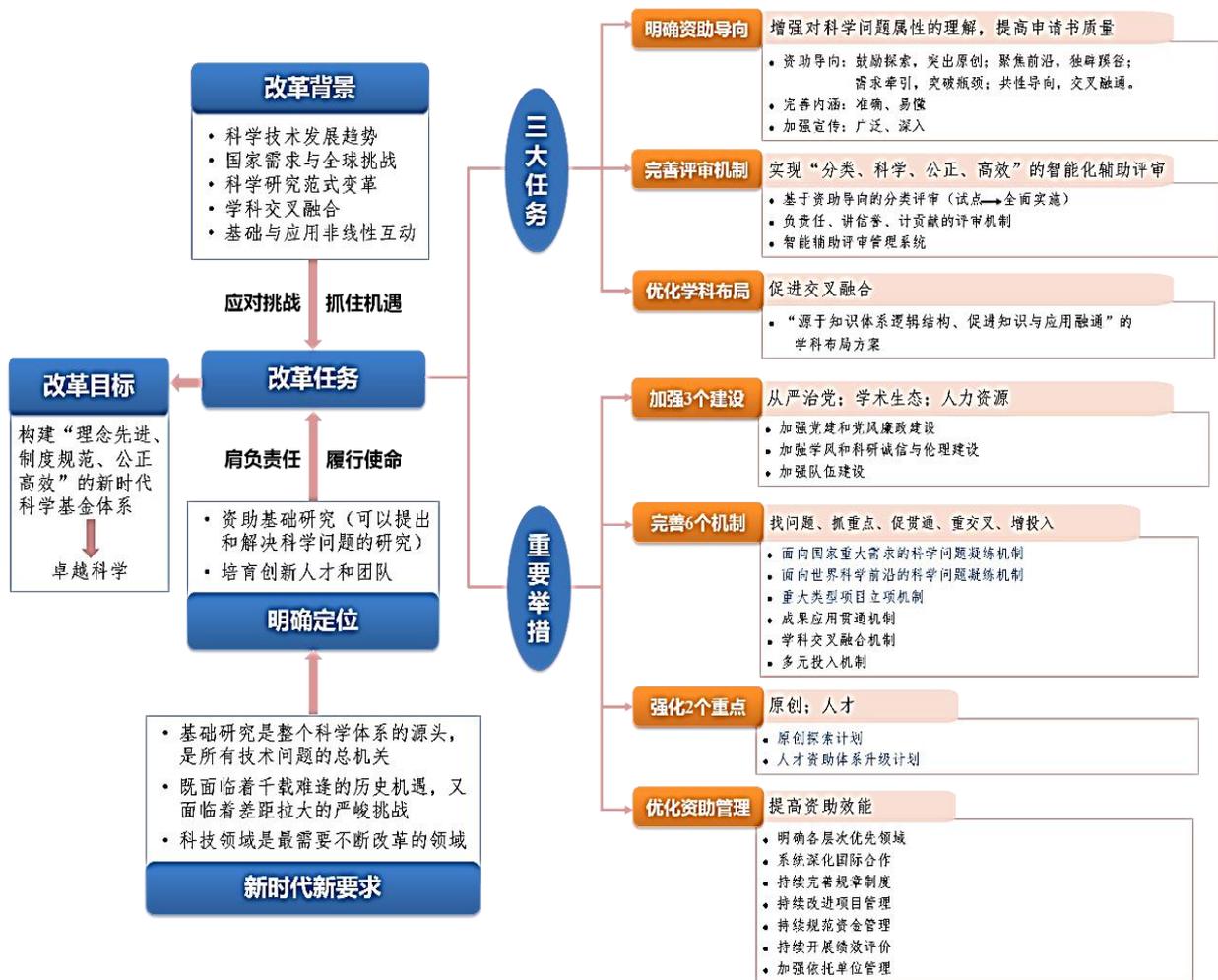


图 1.2 自然科学基金深化改革实施方案纲要

## （二）2021 年绩效评价项目情况

本年度自然科学基金委选择了面上项目、青年科学基金项目、地区科学基金项目、国家杰出青年科学基金项目、重点项目、基础科学中心项目作为绩效评价对象，这六类项目 2021 年度批准资助经费为 229.15 亿元，占自然科学基金当年资助项目总经费的 80.9%。

### 1. 面上项目

面上项目是自然科学基金最早设立的项目类型，旨在支持科学技术人员在自然科学基金资助范围内自主选题，开展创新性的科学研究，促进各学科均衡、协调和可持续发展。面上项目由众多单个项目

组成，在自然科学基金各项目类型中，面上项目资助项目数量最多，广泛覆盖各学科领域。

单个面上项目的执行周期为4年。2021年度在研面上项目包括2017-2020年批准立项的所有项目，共计75435项（表1.1），占自然科学基金各类在研项目总量的50%以上。2021年度，面上项目新批准资助项目19420项（较上年增加63项），直接费用110.87亿元（较上年减少0.43亿元），占自然科学基金当年批准资助总经费的35.4%（较上年减少3.89个百分点），单个面上项目平均资助强度57.09万元（较上年减少0.41万元）。2021年面上项目结题16704项。面上项目历年批准资助经费情况见图1.3。

**表 1.1 2021 年度面上项目在研及新批准项目数量**

批准年度	项目执行期	项目数量	状态
2017	2018-2021	18136	在研第四年
2018	2019-2022	18947	在研第三年
2019	2020-2023	18995	在研第二年
2020	2021-2024	19357	在研第一年
2021	2022-2025	19420	新批准资助



图 1.3 面上项目资助经费在自然科学基金总经费中的比重（2010-2021 年）<sup>1</sup>

## 2. 青年科学基金项目

青年科学基金项目（简称“青年基金项目”）旨在支持青年科学技术人员在自然科学基金资助范围内自主选题，开展基础研究工作，特别注重培养青年科学技术人员独立主持科研项目、进行创新研究的能力。青年基金项目由众多单个项目组成，资助数量略少于面上项目，广泛覆盖各学科领域。

单个青年基金项目的执行周期为 3 年。2021 年度在研青年基金项目包括 2018-2020 年批准立项的所有项目，共计 53913 项，占自然科学基金各类在研项目总量的三分之一以上（表 1.2）。2021 年度，青年基金项目新批准资助项目 21072 项（较上年增加 2796 项，增幅 15.3%）；资助经费 62.8 亿元（较上年增加 19.3 亿元，增幅 44.2%），占自然科学基金当年度批准资助总经费的 20.1%（较上年增加 4.69 个百分点）。2021 年度新批准立项的青年基金项目推行经费包干制，资助经费不再区分直接费用和间接费用，每项资助经费为 30 万元（资助期限为 1 年的，资助经费为 10 万元；资助期限为 2 年的，资助经

<sup>1</sup> 2015-2021 年，面上项目、地区科学基金项目、重点项目、基础科学中心项目批准经费占比统计只包含直接费用。2021 年，青年科学基金、国家杰出青年科学基金项目经费试行“包干制”，不再区分直接费用和间接费用。

费为 20 万元)。2021 年青年基金项目结题 17412 项。青年基金项目历年批准资助经费情况见图 1.4。

表 1.2 2021 年度青年基金项目在研及新批准项目数量

批准年度	项目执行期	项目数量	状态
2018	2019-2021	17671	在研第三年
2019	2020-2022	17966	在研第二年
2020	2021-2023	18276	在研第一年
2021	2022-2024	21072	新批准资助



注：2015-2020 年度经费为直接费用。

图 1.4 青年基金项目资助经费在自然科学基金总经费中的比重 (2010-2021 年)

### 3. 地区科学基金项目

地区科学基金项目（简称“地区基金项目”）是自然科学基金人才项目系列中面向部分地区的项目类型，主要是为了加强对部分边远地

区、少数民族地区等科学研究基础薄弱地区科技工作者的支持,稳定、吸引和培养这些地区的科技人才。地区基金项目资助的地区范围包括内蒙古自治区、江西省、广西壮族自治区等 11 个省份和吉林省延边朝鲜族自治州、湖北省恩施土家族苗族自治州、湖南省湘西土家族苗族自治州等分布在 5 个省份的 8 个市州。

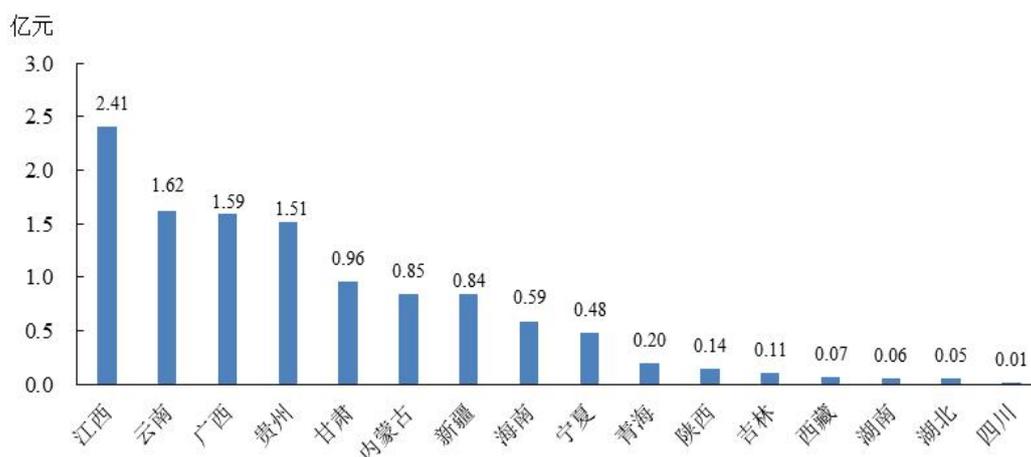
单个地区基金项目的执行周期为 4 年。2021 年度在研地区基金项目包括 2017-2020 年批准立项的所有项目,共计 12091 项(表 1.3)。2021 年度,地区基金项目新批准资助项目 3337 项(较上年增加 160 项),直接费用 11.50 亿元(较上年增加 0.43 亿元),占自然科学基金批准资助总经费的 4.1%(较上年增加 0.15 个百分点)。单个地区基金项目平均直接费用 34.5 万元(较上年减少 0.37 万元)。2021 年地区基金项目结题 2853 项。

**表 1.3 2021 年度地区基金项目在研及新批准项目数量**

批准年度	项目执行期	项目数量	状态
2017	2018-2021	3017	在研第四年
2018	2019-2022	2937	在研第三年
2019	2020-2023	2960	在研第二年
2020	2021-2024	3177	在研第一年
2021	2022-2025	3337	新批准资助

2021 年度资助范围为省级的 11 个地区获得地区基金项目经费占比为 96.9%,资助范围为市州级的 8 个地区获得地区基金项目经费占比为 3.1%。在资助范围为省级的地区中,获得地区基金项目资助经费过亿元的地区包括江西、云南、广西和贵州等 4 个省份,资助经费占比为 62.0%(较上年减少 0.26 个百分点);获得资助经费在 5000

万元和 1 亿元之间的地区包括新疆、甘肃、内蒙古和海南等 4 个省份，资助经费占比为 28.2%；获得资助经费低于 5000 万元的地区包括西藏、青海和宁夏等 3 个省份，资助经费占比为 6.7%。本年度新批准地区基金项目在各地区的资助经费分布情况如图 1.5 所示。



注：陕西指陕西省延安市、榆林市；  
吉林指吉林省延边朝鲜族自治州；  
湖南指湖南省湘西土家族苗族自治州；  
湖北指湖北省恩施土家族苗族自治州；  
四川指四川省凉山彝族自治州、甘孜藏族自治州、阿坝藏族羌族自治州。

图 1.5 2021 年度地区基金项目新批准项目资助经费的地区分布

#### 4. 国家杰出青年科学基金项目

国家杰出青年科学基金项目（简称“杰青项目”）是国家设立的专项基金，由自然科学基金委负责管理。该项目类型于上世纪 90 年代中期设立，当时为解决我国科研队伍存在的人才老化、后继乏人等问题，国务院于 1994 年 3 月批准设立“总理基金”，后更名为“国家杰出青年科学基金”。杰青项目支持在基础研究方面已取得突出成绩的青年学者自主选择研究方向开展创新研究，促进青年科学技术人才的成长，吸引海外人才，培养造就一批进入世界科技前沿的优秀学术带头人。

单个杰青项目研究周期为 5 年。2021 年度在研杰青项目为 2016-2020 年批准资助的所有项目，共计 1189 项（表 1.4）。2021 年度，杰青项目接收申请 4105 项，批准资助 314 项，资助经费为 12.33 亿元（较上年增加 0.64 亿元）。2021 年度杰青项目继续实行经费包干制，资助经费不再区分直接费用和间接费用，每项资助经费为 400 万元（数学和管理科学每项为 280 万元）。2021 年度杰青项目结题 197 项。

**表 1.4 2021 年度杰青项目在研及新批准项目数量**

批准年度	项目执行期	项目数量	状态
2016	2017-2021	198	在研第五年
2017	2018-2022	198	在研第四年
2019	2020-2024	296	在研第二年
2020	2021-2025	298	在研第一年
2021	2022-2026	314	新批准立项

杰青项目的历年项目申请量、资助量与资助率的变化情况，如图 1.6 所示。杰青项目的历年财政预算情况，如图 1.7 所示。

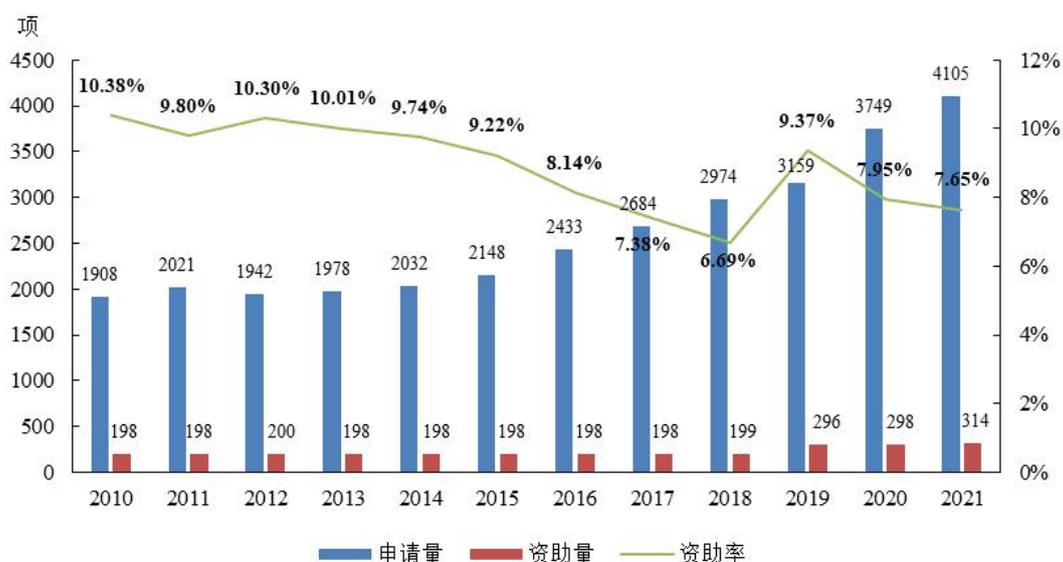


图 1.6 杰青项目申请量、资助量与资助率的变化 (2010-2021 年)

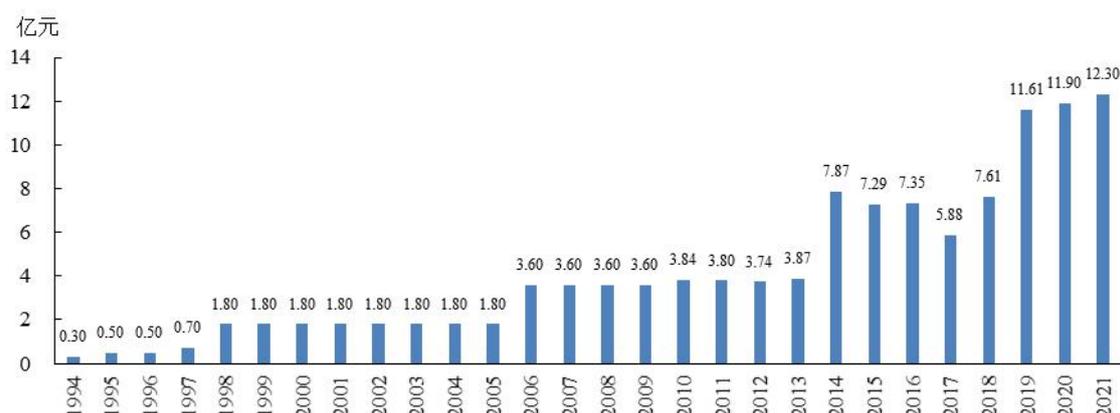


图 1.7 杰青项目历年财政预算情况 (1994-2021 年)

## 5. 重点项目

重点项目旨在支持从事基础研究的科学技术人员针对已有较好基础的研究方向或学科生长点开展深入、系统的创新性研究，促进学科发展，推动若干重要领域或科学前沿取得突破。作为研究项目系列中的一个项目类型，重点项目与面上项目和重大研究计划项目形成有效衔接。单个重点项目的研究周期为 5 年。2021 年度重点项目在研项目包括 2016-2020 年批准立项的所有项目，共 3460 项（表 1.5）。

2021 年度，重点项目共资助 740 项（较去年增加 3 项），资助直接费用 21.52 亿元（较去年减少 0.13 亿元），直接费用平均资助强度 290.83 万元/项。2021 年重点项目结题 620 项。

表 1.5 2021 年度重点项目在研及新批准项目数量

批准年度	项目执行期	项目数量	状态
2016	2017-2021	612	在研第五年
2017	2018-2022	667	在研第四年
2018	2019-2023	701	在研第三年
2019	2020-2024	743	在研第二年
2020	2021-2025	737	在研第一年
2021	2022-2026	740	新批准立项

重点项目的历年申请量、受资助量与资助率的变化情况，如图 1.8 所示。重点项目历年获批准的资助经费规模，总体呈现出稳中有升的趋势，如图 1.9 所示。



图 1.8 重点项目申请量、受资助量与资助率的变化（2012-2021 年）

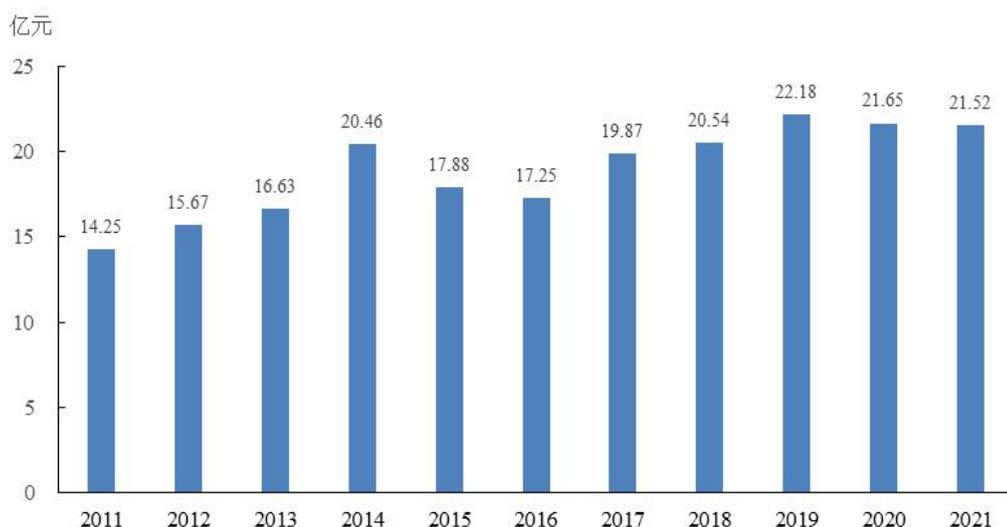


图 1.9 重点项目批准资助经费情况（2011-2021 年）

## 6. 基础科学中心项目

基础科学中心项目旨在集中和整合国内优势科研资源，瞄准国际科学前沿，超前部署，充分发挥自然科学基金制的优势和特色，依靠高水平学术带头人，吸引和凝聚不同领域和不同学科方向优秀科技人才，着力推动学科深度交叉融合，相对长期稳定地支持科研人员潜心研究和探索，致力科学前沿突破，产出一批国际领先水平的原创成果，抢占国际科学发展的制高点，形成若干具有重要国际影响的学术高地。

2016 年，基础科学中心项目开始试点实施，由各科学部经专家咨询委员会差额遴选后推荐 1 项进行申请，最终共资助 3 个项目。每个项目资助经费 2 亿元，资助周期为“5+5”，即第一阶段 5 年资助周期结束后进行考核，考核结果为优秀的通过评审后再延续资助 5 年。2017 年，基础科学中心项目在数理科学部、地球科学部、信息科学部和医学科学部进一步试点，由四个科学部各自公开发布指南接受申请。从 2019 年开始，基础科学中心项目正式实施，资助项目数大幅增加至 13 项，单个项目资助经费调整为不超过 6000 万元（数理科学

部为不超过 5000 万元），资助周期为 5 年。2021 年，基础科学中心项目共有在研项目 37 项，新批准资助 17 项（较上年增加 4 项）。基础科学中心项目自设立以来的历年批准资助情况，如表 1.6 所示。

表 1.6 2021 年度基础科学中心在研项目情况

批准年度	项目执行期	项目数量	状态
2016	2017-2021	3	在研第五年
2017	2018-2022	4	在研第四年
2018	2019-2023	4	在研第三年
2019	2020-2024	13	在研第二年
2020	2021-2025	13	在研第一年
2021	2022-2026	17	新批准立项

基础科学中心项目的历年申请量、资助量与资助率变化情况，如图 1.10 所示。基础科学中心项目历年资助经费变化情况，如图 1.11 所示。

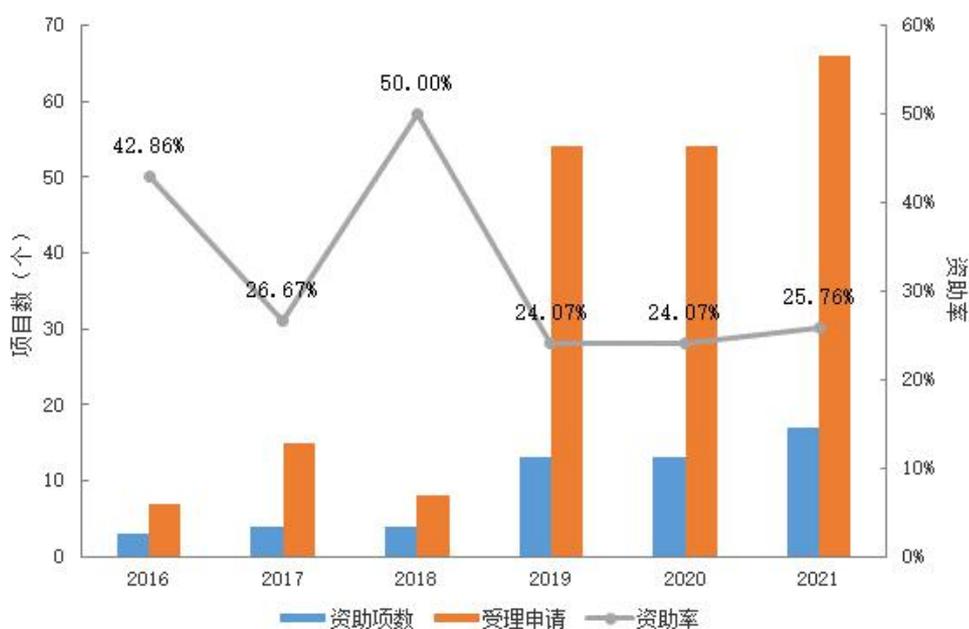


图 1.10 基础科学中心项目申请量、资助量与资助率变化

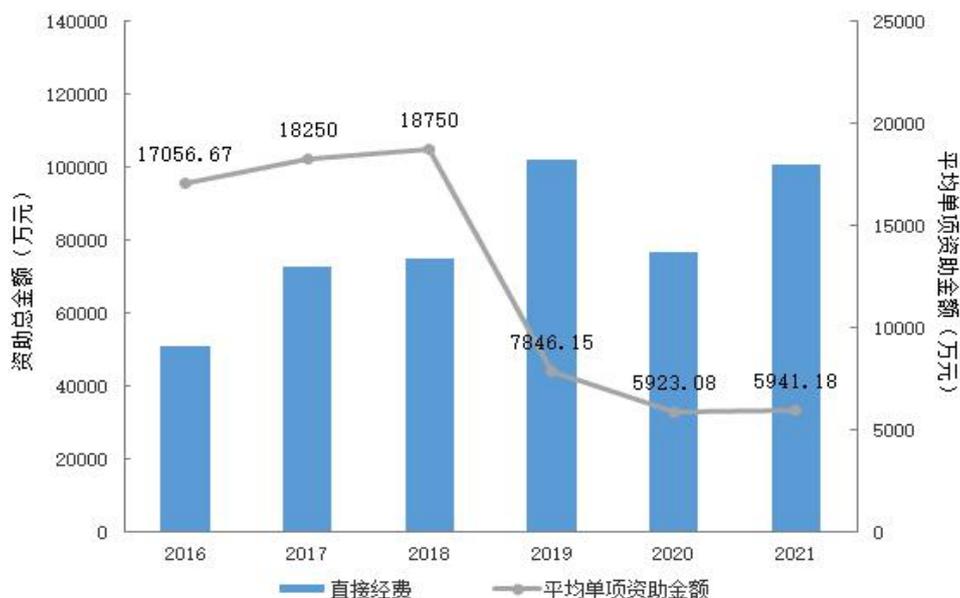


图 1.11 基础科学中心项目资助经费变化

### (三) 2021 年度绩效目标设定情况

纳入 2021 年度绩效评价范围的六类项目都是自然科学基金持续支持的项目类型，各自都有特定的资助定位和总体目标（表 1.7）。

表 1.7 自然科学基金六类项目的资助定位和总体目标

项目类型	定位与总体目标
面上项目	支持从事基础研究的科学技术人员在自然科学基金资助范围内自主选题，开展创新性的科学研究，促进各学科均衡、协调和可持续发展。
青年基金项目	支持青年科学技术人员在自然科学基金资助范围内自主选题，开展基础研究工作，培养青年科学技术人员独立主持科研项目、进行创新研究的能力，激励青年科学技术人员的创新思维，培养基础研究后继人才。
地区基金项目	支持特定地区的部分依托单位的科学技术人员在自然科学基金资助范围内开展创新性的科学研究，培养和扶植该地区的科学技术人员，稳定和凝聚优秀人才，为区域创新体系建设与经济、社会发展服务。

杰青项目	支持在基础研究方面已取得突出成绩的青年学者自主选择研究方向开展创新研究，促进青年科学技术人才的成长，吸引海外人才，培养和造就一批进入世界科技前沿的优秀学术带头人。
重点项目	支持从事基础研究的科学技术人员针对已有较好基础的研究方向或学科生长点开展深入、系统的创新性研究，促进学科发展，推动若干重要领域或科学前沿取得突破。
基础科学中心项目	旨在集中和整合国内优势科研资源，瞄准国际科学前沿，超前部署，充分发挥自然科学基金的优势和特色，依靠高水平学术带头人，吸引和凝聚国内外优秀科技人才，着力推动学科深度融合，相对长期稳定地支持科研人员潜心研究和探索，致力科学前沿突破，产出一批国际领先水平的原创成果，抢占国际科学发展的制高点，形成若干具有重要国际影响的学术高地。

财政部与自然科学基金委共同商定设置了 2021 年度六类项目的绩效目标，绩效指标都包括“产出、效益、满意度”三个方面。对绩效指标设置的说明如下：

**产出指标**是自然科学基金项目的直接产出，包括数量、质量和时效三方面。在产出指标中，面上项目、地区基金项目、杰青项目和重点项目包括六个基本指标，即资助项目数量、结题项目数量、项目实施过程质量良好率、结题研究成果优秀率、按期申请和立项率、按期结题率。青年基金项目包括五个指标，分别是资助项目数量、结题项目数量、结题研究成果优秀率、按期申请和立项率、按期结题率；基础科学中心项目有三个指标，包括资助项目数量、项目实施过程质量良好率、按期申请和立项率。其中，项目实施过程质量良好率、结题研究成果优秀率两个指标是评价数据，需要专门给予定义并建立测度方法。

**项目实施过程质量：**对面上项目、青年基金项目、地区基金项目、杰青项目和重点项目采取抽样评价的方式来测度项目实施过程质量，

对面上项目和青年基金项目按照当年结题项目的 3%-4%，地区基金项目按照 9%，杰青项目按 15%，重点项目按 10%的比例进行抽样，对其实施质量进行评价。面上项目实施质量的良好率指标值为 75%以上，地区基金项目设置 65%以上，杰青和重点项目实施质量指标值分别设置为 80%和 75%以上。基础科学中心项目实施质量指标值设置为 75%以上。

结题研究成果：面上项目、青年基金项目、地区基金项目、杰青项目和重点项目均采用抽样评价结题项目的质量来测度，即在随机抽样的结题项目中，结题成果被评价为优秀的比率。面上项目和青年基金项目此项指标值设定分别为 30%和 25%以上，地区基金项目设定为 20%以上。杰青和重点项目结题优秀率指标值分别设置为 40%和 30%以上。

**效益指标**是自然科学基金资助产生的效果和影响。不同类型项目的定位有所不同，其效益指标也相应有所区别。根据相符性和可获得性原则，面上项目采用三个效益指标：参加研究人员数量、学科全面布局和项目成果创新；青年基金项目采用三个效益指标：女性负责人占比、学科全面布局和青年科研人员成长；地区基金项目采用两个效益指标：参加研究人员数量和转化应用的典型研究成果；杰青项目采用两个效益指标：培养杰出青年科研人才和面向世界科学前沿涌现重大原创科研成果；重点项目采用两个效益指标：促进学科发展和项目成果面向科学前沿取得突破；基础科学中心项目采用三个效益指标：促进学科交叉融合、取得国际领先水平原创成果的潜力、形成具有国际影响力的学术高地。

六类项目共涉及到十三项效益指标，其中参加研究人员数量和女性负责人占比、培养杰出青年科研人才共四项指标为具体数据，项目

成果创新、青年科研人员成长、转化应用的典型研究成果、项目成果面向科学前沿取得突破、形成具有国际影响力的学术高地共五项指标为典型案例，前三项指标值设定典型案例数量高于 10 项，面向世界科学前沿涌现重大原创科研成果指标设定为 1-2 项典型案例，形成具有国际影响力的学术高地指标，设定为学术高地案例至少有 1 项。促进学科发展、促进学科交叉融合、取得国际领先水平原创成果的潜力三项指标为专家打分指标，设定分值高于 70 分。对于学科全面布局需要专门给予定义并建立测度方法。

**学科全面布局：**该指标主要针对面上项目和青年基金项目。自然科学基金的申请代码力求全面覆盖各学科领域和研究方向，因此可采用资助项目对申请代码的覆盖率来体现。自然科学基金在 2021 年全面实施新的申请代码体系，并按照“源于知识体系逻辑结构、促进知识与应用融通，突出学科交叉融合”的原则，推进资助布局深层次改革。申请代码由三级调整为两级，总量由 3542 个压缩至 1389 个。其中，一级代码 126 个，二级代码 1263 个。指标内涵和指标值设定为 2021 年度新批准面上项目、青年基金项目对 1263 个二级申请代码的覆盖率分别达到 90%以上和 70%以上。

**服务对象满意度**包括评审专家和申请人的满意度两个指标，对 2021 年度全部面上项目、青年基金项目、地区基金项目、杰青项目、重点项目和基础科学中心项目申请人及评审专家进行满意度调查，指标值设定为良好以上，即申请人和评审专家的满意度均达到 4 分以上（满分为 5 分）。

自然科学基金六类项目的年度绩效指标设定情况，参见本报告“三、综合评价结论及评价情况”中的表 3.1 至表 3.6。

## 二、绩效评价工作情况

### （一）绩效评价目的和范围

按照财政部对开展财政支出绩效评价工作的要求，自然科学基金委在 2011 年完成国际评估之后，从 2012 年开始规范、连续地开展年度绩效评价工作。自然科学基金委按照建立全过程预算绩效管理体系的思路，将绩效评价作为自然科学基金决策管理的基本手段，为持续提升决策管理科学化水平、积极回应日益增强的社会关切、不断提高财政资金使用效益提供重要支撑。

本年度绩效评价对象为面上项目、青年基金项目、地区基金项目、杰青项目、重点项目和基础科学中心项目等六个项目类型，具体包括在研项目约 14.6 万项，结题项目约 3.8 万项。根据绩效评价工作部署，本次绩效评价主要对六类项目 2021 年度预算执行情况、资助计划执行情况、项目进展情况、结题情况和资助效果进行监测和评价。

### （二）绩效评价原则、指标体系与评价方法

#### 1. 绩效评价原则

（1）科学客观评价。按照财政部关于预算绩效管理工作的规定以及 2021 年部门预算批复，科学制定符合基础研究规律和自然科学基金项目特点的绩效评价指标框架，规范自然科学基金预算绩效管理的工作程序，坚持优化决策和管理导向，实事求是反映自然科学基金的绩效。开展数据统计、案例分析、依托单位调研、专题评价、满意度调查、依托单位自评价和综合评价等，客观得出结论。

**(2) 体现改革要求。**根据自然科学基金深化改革的要求，自然科学基金绩效评价工作注重体现明确资助导向、完善评审机制和优化学科布局三大改革任务和加强三个建设、完善六个机制、强化两个重点和优化七方面资助管理等重要改革举措，使绩效评价结果服务于新时期自然科学基金深化改革的总体目标。

**(3) 高效组织参与。**结合自然科学基金现有项目管理流程和管理机制，充分利用已有信息，辅以实地调研和抽样评价等措施，建立常态化、高效率的自然科学基金绩效评价工作机制。调动广大科研人员、依托单位等积极参与，并通过信息公开、工作简报等对绩效评价工作进行宣传，提升自然科学基金的公开性和透明度。

**(4) 重视结果运用。**通过建立评价结果应用机制，切实发挥绩效评价在支持自然科学基金决策、优化项目管理、改进服务方式等方面的作用，不断促进自然科学基金资助与管理绩效水平的提升。

## 2. 评价指标体系

2020年2月财政部发布《项目支出绩效评价管理办法》（财预〔2020〕10号），根据项目支出绩效评价指标体系框架，设置决策、过程、产出、效益4个一级指标，项目立项、绩效目标等10个二级指标，以及立项依据充分性、程序规范性等三级指标。自然科学基金项目预算绩效评价要符合基础研究活动的规律和特点，其绩效管理和绩效指标设计不能简单套用一般项目的做法。针对基础研究的绩效特征，国家科技评估中心分别研究建立了面上项目、青年基金项目、地区基金项目、杰青项目、重点项目、基础科学中心项目的绩效评价指标框架，其中，在决策、过程、产出、效益（可持续影响和服务对象满意度）评价指标上六类项目是通用的（表2.1），部分效益指标体现不同项目的特点（表2.2）。

表 2.1 自然科学基金六类项目的通用评价指标

一级指标	二级指标	三级指标	评价要点
决策	项目立项	立项依据充分性	设立项目的政策依据是否充分； 项目的必要性和可行性是否完全具备；
		项目立项规范性	项目立项程序及制度是否完备； 项目指南制订过程是否科学合理*； 项目评审要点是否明确、公正； 项目立项的总体决策过程是否符合相关规定；
	绩效目标	绩效目标合理性	项目年度绩效目标是否符合国家宏观发展目标； 项目年度绩效目标是否符合自然科学基金委的战略使命； 项目预期产出和效果是否符合我国基础研究的发展水平；
		绩效指标明确性	绩效目标是否细化分解为绩效指标； 绩效指标是否清晰、细化和可衡量； 绩效指标是否与项目年度任务相对应； 绩效指标值是否依据相关标准设定；
	资金投入	预算编制科学性	项目预算编制参考依据是否明确； 项目预算编制过程是否科学；
		资金分配合理性	项目资金分配原则是否公平公正； 项目资金分配方式是否科学合理；
过程	资金管理	资金到位率	经费拨付项目承担单位的到位率；
		预算执行率	项目预算经费支出是否符合预期； 项目预算经费执行和调整是否符合科研活动特点；
		资金使用合规性	项目资金管理制度是否得到有效监督；
	组织实施	管理制度健全性	项目管理制度的完备程度； 项目管理制度的合法合规性；
		制度执行有效性	是否按管理规定进行项目受理和评审； 是否按管理规定开展项目实施过程管理； 项目管理主体职责履行情况 <sup>△</sup> ； 对依托单位在项目实施中的管理职责是否明确要求； 项目管理手续、项目文档等是否完备并及时归档；
产出	产出数量	实际完成率	项目资助计划完成情况； 项目结题完成情况*； 项目科研工作和科学成果完成情况；
	产出质量	质量达标率	当年中期检查项目的优良率 <sup>▽</sup> ； 当年结题项目的质量达标率（抽样评价）；
	产出时效	完成及时率	按期完成申请和立项的情况； 项目按期结题率；

一级指标	二级指标	三级指标	评价要点
	产出成本	成本节约率	项目经费管理体现成本节约； 年度评审与管理实际成本及与计划成本的比率；
效益	项目效益	可持续影响	项目产生的长期、可持续影响；
		服务对象满意度	当年项目申请人的满意度； 当年项目评审专家的满意度。

注：\*基础科学中心项目不需考察该要点；  
△仅基础科学中心项目需考察该要点；  
▽仅杰青、重点和基础科学中心项目需考察该要点。

表 2.2 自然科学基金六类项目实施效益个性评价指标

项目类型	效益指标	评价要点
面上项目	学科全面发展	面上项目学科覆盖率； 面上项目提升学科竞争力（典型案例）；
	人才成长与培养	面上项目对稳定我国基础研究队伍和培养人才的作用；
	支撑引领发展	面上项目产出创新性科研成果情况； 面上项目在经济、社会发展和生态建设中发挥源头创新作用；
青年基金项目	促进青年科研队伍结构合理化	青年基金项目资助规模情况； 青年基金项目负责人职称、年龄分布和性别结构；
	提高青年科研人员能力的作用	促进青年科研人员成长情况；
	促进学科全面布局	青年基金项目的学科分布；
地区基金项目	稳定欠发达地区的基础研究队伍	地区基金项目资助规模； 地区基金项目负责人职称、年龄分布； 地区基金项目参加人员结构；
	支撑引领地方发展	地区基金项目在经济、社会发展和生态建设中发挥源头创新作用；
杰青项目	培养优秀学术带头人	杰青项目资助规模情况； 杰青项目负责人职称、年龄分布和性别结构； 吸引海外人才情况；
	提高青年科技人才开展自主研究能力	促进青年科技人员成长情况； 组建领域研究团队情况； 开展自主创新研究的典型案例；
	促进学科发展和影响力提升	杰青项目资助带动学科发展情况； 杰青项目所在领域学术影响力提升情况；
重点项目	促进学科发展	重点项目学科分布和促进学科影响力提升情况； 重点项目面向科学前沿取得代表性成果情况（典型案例）；
	提升基础研究水平与能力	重点项目对各领域基础研究能力提升的作用与贡献； 重点项目在经济、社会发展和生态建设中发挥源头创新

项目类型	效益指标	评价要点
		作用（典型案例）；
	开展国际合作与交流	重点项目开展国际交流情况； 重点项目开展国际合作情况；
基础科学中心项目	提升原始创新能力	基础科学中心项目取得国际领先水平的原创成果情况； 基础科学中心项目形成具有重要国际影响的学术高地情况（典型案例）；
	发挥吸引和凝聚优秀科技人才作用	基础科学中心项目人才团队的学术水平和影响力； 基础科学中心项目人才团队职称、年龄分布和性别结构；
	促进学科交叉融合	基础科学中心项目组织和布局情况； 基础科学中心项目促进学科交叉融合情况（典型案例）。

根据《项目支出绩效评价管理办法》（财预〔2020〕10号）规定，评价指标的权重根据各项指标在评价体系中的重要程度确定，应当突出结果导向，原则上产出、效益指标权重不低于60%。同一评价对象处于不同实施阶段时，指标权重应体现差异性，其中，实施期间的评价更加注重决策、过程和产出，实施期结束后的评价更加注重产出和效益。

### 3. 评价方法

本年度绩效评价采取第三方评价的方式，以证据为基础，注重客观数据定量评价和专家定性评价相结合，综合形成评价结论。具体绩效评价过程和方法如图2.1所示。

**（1）数据整理分析。**收集、整理与分析面上项目、青年基金项目、地区基金项目、杰青项目、重点项目和基础科学中心项目的基本信息和绩效数据，包括定位目标、管理过程、批准资助情况、经费情况、成果产出情况等。对2021年度自然科学基金年度资助论文产出情况和影响力进行文献计量，总结自然科学基金资助学科发展成效。

**（2）依托单位调研。**开展16家有代表性的依托单位实地调研，了解自然科学基金项目管理、资金管理及使用情况，调研了解部分面

上项目、青年基金项目、地区基金项目、杰青、重点和基础科学中心项目绩效产出，总结自然科学基金对学科方向培育、人才团队培养、成果应用转化和平台能力建设等方面的经验；听取依托单位和项目负责人对改进自然科学基金管理的意见和建议。

**(3) 依托单位绩效评价。**组织 193 家依托单位开展年度绩效自我评价工作，并对各类试点单位自然科学基金项目实施绩效情况进行分析总结，并将评价结果反馈给依托单位。

**(4) 项目抽样评价。**根据一级代码尽量全覆盖的原则，对面上、青年基金和地区基金项目，按照当年结题项目总数的一定比例进行随机抽样(其中：面上项目抽样比例 2.3%，青年基金项目抽样比例 2.2%，地区基金项目抽样比例 6.9%)。根据等距原则，对当年结题的杰青和重点项目按每个科学部进行随机抽样(其中：杰青项目抽样比例 16.2%，重点项目抽样比例 10.3%)。组织专家对抽样项目的结题报告等材料进行评价。本年度抽样评价的项目数量为面上、青年基金和地区基金项目共 1194 项，杰青和重点项目共 96 项。

**(5) 典型成果调查。**通过依托单位和项目组成果报送、国家科技奖励获奖成果等途径收集遴选 63 个典型成果案例。另外，本年度开展了重点项目和基础科学中心项目专题绩效评价，在专题绩效评价过程中也分别收集到多个典型成果案例。

**(6) 满意度调查。**在反馈 2021 年度集中申请评审意见时，向所有参与本年度项目集中申请的申请人(包括获得资助和未获得资助的申请人)发放调查问卷，了解申请人对评审意见、评审公正性、项目管理、基金委管理与服务的满意程度。对参与集中申请项目评审的专家也发放调查问卷，了解评审专家对评审组织服务等方面的满意程度。问卷调查采取在线匿名填写方式，共回收申请人有效问卷 11709

份，评审专家有效问卷 12652 份。

(7) 专家评价。邀请 16 名具有宏观战略视野、较高学术影响力的高层次专家，根据绩效报告及其他绩效信息，对面上项目、青年基金项目、地区基金项目、杰青项目、重点项目和基础科学中心项目绩效进行综合评议，分别独立填写本年度自然科学基金绩效专家咨询评价表，对六类项目的各项指标进行打分，形成专家组意见，作为绩效评价报告的重要依据之一。

(8) 综合评价。在专家组评价意见基础上，专业评估机构进行综合分析，形成最终评价结论，完成绩效评价报告。

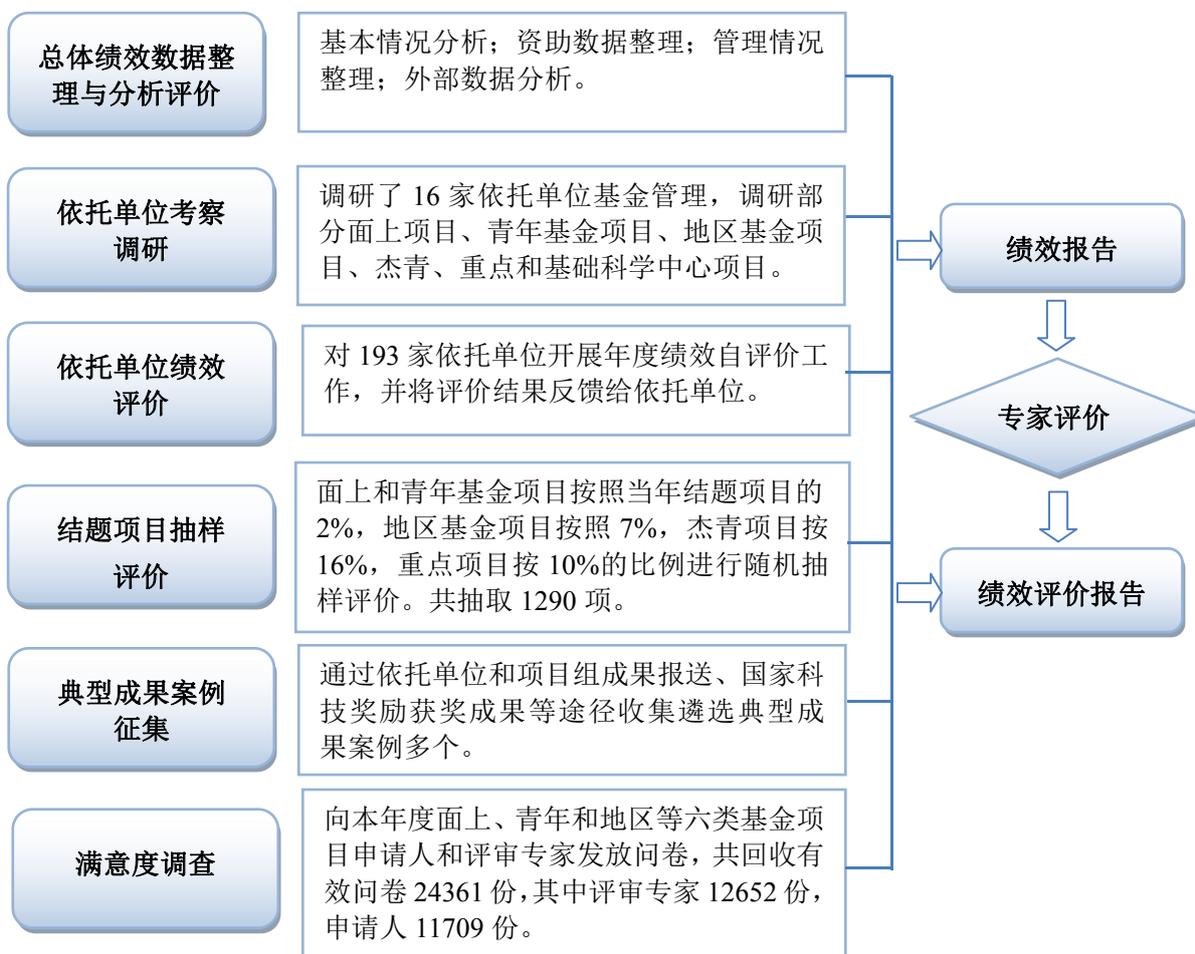


图 2.1 自然科学基金 2021 年度绩效评价方法与证据采集情况

### （三）绩效评价工作过程

2021年度自然科学基金绩效评价工作的组织实施过程，主要包括以下三个阶段。

第一阶段：设计与启动。2021年国家科技评估中心继续接受自然科学基金委的委托，对本年度绩效评价工作进行设计，包括评价内容、证据收集途径、评价方法等。2021年5月，自然科学基金委印发关于《2021年度国家自然科学基金绩效评价工作方案》的通知，正式启动绩效评价工作。

第二阶段：绩效监测与调研。2021年5-12月，国家科技评估中心和自然科学基金委绩效管理办公室对面上项目、青年基金项目、地区基金项目、杰青项目、重点项目和基础科学中心项目实施绩效进行监测调研，包括开展数据整理分析、依托单位调研、依托单位绩效自我评价、满意度调查、项目抽样评价等。

第三阶段：撰写绩效报告和绩效评价报告。2022年1-3月，国家科技评估中心支撑自然科学基金委绩效管理办公室对各类证据进行综合分析，形成绩效报告；国家科技评估中心组织开展专家评价，在专题绩效评价报告、满意度调查报告、抽样评价结果等基础上，综合形成绩效评价报告。自然科学基金委召开委务会议听取绩效评价工作汇报，对绩效评价报告提出反馈意见。国家科技评估中心根据反馈意见，对绩效评价报告进行修改完善。自然科学基金委将审议和吸收反馈意见后修改定稿的绩效评价报告报送财政部。

## 三、综合评价情况及评价结论

### （一）绩效目标完成情况

通过对自然科学基金 2021 年度绩效报告、专题绩效评价报告、自然科学基金资助过程相关管理文件和数据、满意度调查报告、项目抽样评价结果、依托单位实地调研情况、依托单位绩效自我评价报告等多种渠道来源证据的分析梳理，对标自然科学基金委 2021 年度绩效目标与指标，国家科技评估中心对 2021 年度纳入绩效评价范围的面上项目、青年基金项目、地区基金项目、杰青基金项目、重点项目和基础科学中心项目的各项绩效指标完成情况进行了评估判断，结果分别如表 3.1 至表 3.6 所示。

总体来看，上述六类项目 2021 年度绩效指标的整体完成情况较好，除 1 项指标（“重点项目的资助项目数量 $\geq$ 750 项”）接近完成之外，其余各项年度绩效指标均顺利完成。

表 3.1 面上项目 2021 年度绩效指标完成情况

一级指标	二级指标	三级指标	指标值	完成情况
产出	数量	指标 1: 资助项目数量	≥19000 项	完成目标。2021 年新批准面上项目 19420 项。
		指标 2: 结题项目数量	≥13500 项	完成目标。2020 年到期, 2021 年提交结题材料的面上项目共 16704 项完成结题。
	质量	指标 3: 项目实施过程质量良好率	≥75%	完成目标。2021 年抽样评价显示, 面上项目优良率为 86.6%。
		指标 4: 结题研究成果优秀率	≥30%	完成目标。2021 年抽样评价显示, 面上项目优秀率为 56.8%。
	时效	指标 5: 按期申请和立项率	≥95%	完成目标。2021 年面上项目按期完成项目申请受理与评审, 并于当年 8 月发布立项结果。按照工作计划 100% 完成。
		指标 6: 按期结题率	≥90%	完成目标。2020 年到期, 2021 年完成结题的面上项目为 16704 项, 结题率为 98.6%。
效益	可持续影响	指标 7: 参加研究人员数	≥15 万人次	完成目标。2021 年新批准面上项目参加人员共计为 159997 人次。
		指标 8: 学科全面布局	≥90%	完成目标。2021 年新批准面上项目学科代码覆盖率为 97.2%。
		指标 9: 项目成果创新的典型案例	≥10 项	完成目标。
满意度	服务对象满意度	指标 10: 评审专家满意度	>4 分 (满分为 5 分)	完成目标。2021 年通讯评审专家对自然科学基金委服务的满意度为 4.57 分。
		指标 11: 申请人满意度	>4 分 (满分为 5 分)	完成目标。2021 年申请人对自然科学基金委服务的满意度为 4.53 分。

表 3.2 青年基金项目 2021 年度绩效指标完成情况

一级指标	二级指标	三级指标	指标值	完成情况
产出	数量	指标 1: 资助项目数量	≥18000 项	完成目标。2021 年新批准青年基金项目 21072 项。
		指标 2: 结题项目数量	≥14540 项	完成目标。2020 年到期, 2021 年完成结题的青年基金项目共计 17412 项。
	质量	指标 3: 结题研究成果优秀率	≥25%	完成目标。2021 年抽样评价显示, 青年基金项目优秀率为 42.7%。
	时效	指标 4: 按期申请和立项率	≥95%	完成目标。2021 年青年基金项目按期完成项目申请受理与评审, 并于当年 8 月发布立项结果。按照工作计划 100%完成。
		指标 5: 按期结题率	≥90%	完成目标。2020 年到期, 2021 年完成结题的青年基金项目为 17412 项, 结题率为 99.4%。
效益	可持续影响	指标 6: 女性负责人占比	≥40%	完成目标。2021 年新批准青年基金项目负责人中, 女性负责人占比为 40.5%。
		指标 7: 学科全面布局	≥70%	完成目标。2021 年新批准青年基金项目学科代码覆盖率为 97.7%。
		指标 8: 青年科研人员成长的典型案例	≥10 项	完成目标。
满意度	服务对象满意度	指标 9: 评审专家满意度	>4 分(满分为 5 分)	完成目标。2021 年通讯评审专家对自然科学基金委服务的满意度为 4.57 分。
		指标 10: 申请人满意度	>4 分(满分为 5 分)	完成目标。2021 年申请人对自然科学基金委服务的满意度为 4.53 分。

表 3.3 地区基金项目 2021 年度绩效指标完成情况

一级指标	二级指标	三级指标	指标值	完成情况
产出	数量	指标 1: 资助项目数量	≥2900 项	完成目标。2021 年新批准地区基金项目 3337 项。
		指标 2: 结题项目数量	≥2546 项	完成目标。2020 年到期, 2021 年完成结题的地区基金项目共计 2853 项。
	质量	指标 3: 项目实施过程质量良好率	≥65%	完成目标。2021 年项目抽样评价显示, 地区基金项目优良率为 82.9%。
		指标 4: 结题研究成果优秀率	≥20%	完成目标。2021 年项目抽样评价显示, 地区基金项目优秀率为 40.2%。
	时效	指标 5: 按期申请和立项率	≥95%	完成目标。2021 年地区基金项目按期完成项目申请受理与评审, 并于当年 8 月发布立项结果。按计划 100% 完成。
		指标 6: 按期结题率	≥90%	完成目标。2020 年到期, 2021 年完成结题的地区基金项目为 2853 项, 结题率达到 99.3%。
效益	可持续影响	指标 7: 参加研究人员数	≥2 万人次	完成目标。2021 年新批准地区基金项目参加人员共 22912 人次。
		指标 8: 转化应用的典型研究成果数量	≥10 项	完成目标。
满意度	服务对象满意度	指标 9: 评审专家满意度	> 4 分 (满分为 5 分)	完成目标。2021 年通讯评审专家对自然科学基金委服务的满意度为 4.57 分。
		指标 10: 申请人满意度	> 4 分 (满分为 5 分)	完成目标。2021 年申请人对自然科学基金委服务的满意度为 4.53 分。

表 3.4 杰青项目 2021 年度绩效指标完成情况

一级指标	二级指标	三级指标	指标值	完成情况
产出	数量	指标 1: 资助项目数量	300 项左右	完成目标。2021 年新批准杰青项目 314 项。
		指标 2: 结题项目数量	≥179 项	完成目标。2020 年到期, 2021 年完成结题的杰青项目共 197 项。
	质量	指标 3: 项目实施过程质量良好率	≥80%	完成目标。2021 年杰青项目中期检查与结题验收优良率均为 100%。
		指标 4: 结题研究成果优秀率	≥40%	2020 年到期, 2021 年完成结题验收的杰青项目优秀率为 75%。
	时效	指标 5: 按期申请和立项率	≥95%	完成目标。2021 年杰青项目全部按期完成项目申请受理与评审, 并于当年完成立项工作。按计划 100% 完成。
		指标 6: 按期结题率	≥90%	完成目标。2020 年到期, 2021 年完成结题的杰青项目为 197 项, 结题率达到 99.5%。
效益	可持续影响	指标 7: 培养杰出青年科研人才	约 300 人	完成目标。2021 年培养杰出青年科研人才 314 人。
		指标 8: 面向世界科学前沿涌现重大原创科研成果	1-2 项	完成目标。
满意度	服务对象满意度	指标 9: 评审专家满意度	>4 分 (满分为 5 分)	完成目标。2021 年通讯评审专家对自然科学基金委服务的满意度为 4.57 分。
		指标 10: 申请人满意度	>4 分 (满分为 5 分)	完成目标。2021 年申请人对自然科学基金委服务的满意度为 4.53 分。

表 3.5 重点项目 2021 年度绩效指标完成情况

一级指标	二级指标	三级指标	指标值	完成情况
产出	数量	指标 1: 资助项目数量	≥750 项	接近完成目标。2021 年新批准重点项目 740 项, 占目标值 98.7%。
		指标 2: 结题项目数量	≥544 项	完成目标。2020 年到期, 2021 年完成结题的重点项目共 620 项。
	质量	指标 3: 项目实施过程质量良好率	≥75%	完成目标。2021 年项目抽样评价显示, 结题项目优良率为 98.4%。
		指标 4: 结题研究成果优秀率	≥30%	完成目标。2021 年项目抽样评价显示, 结题项目优秀率为 43.8%。
	时效	指标 5: 按期申请和立项率	≥95%	完成目标。2021 年重点项目全部按期完成项目申请受理与评审, 并于当年完成立项工作。按计划 100% 完成。
		指标 6: 按期结题率	≥90%	完成目标。2020 年到期, 2021 年完成结题的重点项目为 620 项, 结题率达到 99.4%。
效益	可持续影响	指标 7: 促进学科发展 (专家打分)	≥70 分	完成目标。2021 年重点项目该项指标专家评价平均分为 88.4 分。
		指标 8: 项目成果面向科学前沿取得突破的典型案例	≥10 项	完成目标。
满意度	服务对象满意度	指标 9: 评审专家满意度	>4 分 (满分为 5 分)	完成目标。2021 年通讯评审专家对自然科学基金委服务的满意度为 4.57 分。
		指标 10: 申请人满意度	>4 分 (满分为 5 分)	完成目标。2021 年申请人对自然科学基金委服务的满意度为 4.53 分。

表 3.6 基础科学中心项目 2021 年度绩效指标完成情况

一级指标	二级指标	三级指标	指标值	完成情况
产出	数量	指标 1: 资助项目数量	≥10 项	完成目标。2021 年共批准资助 17 项基础科学中心项目。
	质量	指标 2: 项目实施过程质量良好率	≥75%	完成目标。2021 年基础科学中心项目实施过程质量良好率为 100%。
	时效	指标 3: 按期申请和立项率	≥95%	完成目标。2021 年基础科学中心项目按期完成项目申请受理与评审, 按照工作计划 100%完成。
效益	可持续影响	指标 4: 促进学科交叉融合(专家打分)	≥70 分	完成目标。2021 年基础科学中心项目该项指标专家评价平均分为 81.56 分。
		指标 5: 取得国际领先水平原创成果的潜力(专家打分)	≥70 分	完成目标。2021 年基础科学中心项目该项指标专家评价平均分为 81.25 分。
		指标 6: 形成具有国际影响力的学术高地(典型案例)	≥1 个	完成目标。
满意度	服务对象满意度	指标 7: 评审专家满意度	>4 分(满分为 5 分)	完成目标。2021 年通讯评审专家对自然科学基金委服务的满意度为 4.57 分。
		指标 8: 申请人满意度	>4 分(满分为 5 分)	完成目标。2021 年申请人对自然科学基金委服务的满意度为 4.53 分。

## (二) 综合评价得分

国家科技评估中心遵循独立、客观、公正、科学的原则,对资助数据、依托单位调研、项目抽样评价、满意度调查等各类绩效信息进行了整理分析。以自然科学基金 2021 年度绩效报告为基础,根据与自然科学基金委沟通确定的专家抽取原则,面向数理、化学等 8 个科学部共邀请 16 位专家(每个科学部各邀请 2 位专家)以线下会评方

式，对六类项目 2021 年度的实施绩效进行了评价。每位专家分别独立填写了《2021 年度面上、青年基金、地区基金项目评价表》、《2021 年度国家杰出青年科学基金项目评价表》、《2021 年度重点项目评价表》和《2021 年度基础科学中心项目评价表》，对每项指标进行打分并提出个人意见。国家科技评估中心根据各项指标的评分方法，计算了各项指标得分，结果见表 3.7。专家评价情况详见附件 4。

**表 3.7 自然科学基金六类项目 2021 年度绩效评价得分**

项目绩效	评价得分（满分为 100 分）						
	面上项目	青年基金项目	地区基金项目	杰青项目	重点项目	基础科学中心项目	综合得分
管理绩效（40%）	36.25	36.25	36.25	36.28	35.62	32.90	-
结果绩效（60%）	54.83	55.14	53.17	56.70	55.37	52.70	-
综合绩效（100%）	91.08	91.39	89.42	92.98	90.99	85.60	90.93

注：将六类项目各自综合绩效分值按资助经费占比进行加权测算得到综合得分。

### （三）评价结论

2021 年，自然科学基金委全面落实党中央、国务院重大决策部署，持续深入推进自然科学基金系统性改革，按计划有序组织开展各类项目的资助与管理活动，顺利完成全年资助工作与既定年度绩效目标，为促进我国基础研究高质量发展提供了有力支撑。

#### 1.持续推进系统性改革，新时期自然科学基金体系建设取得新进展。

2021 年，自然科学基金委继续主动适应新时代对基础研究提出的新挑战，按照自然科学基金系统性改革方案，扎实推进各项改革举

措，理念先进、制度规范、公正高效的自然科学基金体系建设取得新的进展。基于科学问题属性的分类评审范围进一步扩大，对依托单位的实地调研结果显示，申请人和评审专家对四类科学问题属性的理解日益准确，新时期自然科学基金资助导向逐渐深入人心。重大类型项目立项机制进一步完善，加强有效竞争，强化多级管理，着力提升破解“卡脖子”问题的能力和水平。原创探索计划继续实施，实行有别于现行模式的遴选方式和实施机制，着力发掘并资助具有高风险、颠覆性、非共识等特征的原创思想。交叉科学部资助工作正式启动，面向国家重大战略需求和新兴科学前沿交叉领域强化统筹部署，有力促进学科交叉融合与交叉科学人才培养。人才资助体系实现稳步升级，人才项目部署和海外优秀青年人才吸引力度进一步加大。

## **2.自然科学基金委按照条例要求，顺利完成年度项目资助目标。**

自然科学基金委按照《国家自然科学基金条例》的规定，每年规范地发布申请通告和项目指南、接收申请并组织评审，最后按程序批准资助各种类型项目，已经形成了标准化的项目立项程序。2021年，自然基金委进一步优化初审要点和初审方式，全面实行无纸化申请，简化申请承诺报送要求，进一步减轻科研人员和依托单位负担，新批准面上项目 19420 项，青年基金项目 21072 项，地区基金项目 3337 项，杰青项目 314 项，重点项目 740 项，基础科学中心项目 17 项，与上年相比均有不同程度的增长，完成了年度资助计划，年度经费及时拨付到达依托单位。

## **3.自然科学基金项目评审规范公正，项目经费管理进一步优化。**

自然科学基金委一直保持了较高的项目评审效率，评审公正性得到了科学界的普遍认可。2021年，“负责任、讲信誉、计贡献”（RCC）评审机制试点范围进一步扩大，覆盖学科总数的1/3，评审专家的责任意识与评审质量显著提升，自然科学基金项目评审环境进一步优化。人工智能辅助指派系统在3个学科扩大试点；逐步探索构建符合板块特征的项目评审和资助模式。满意度调查显示，申请人和评审专家对自然科学基金委提供服务的总体满意度均在4.5分以上。同时，自然科学基金委进一步优化资助项目经费管理，简化预算编制，稳步推进“包干制”试点，扩大劳务费开支范围，下放所有预算调剂权，取消结余资金结题两年后收回的规定，进一步减轻科研人员负担，激发创新动力和活力。

#### **4.自然科学基金资助取得良好效果，实现年度产出及效益目标。**

面上项目面向科学前沿，取得了一批原创成果突破；青年基金项目作为我国从事基础研究和应用基础研究青年科研人员的主要资助渠道，为广大青年科研人员成长提供“第一推动”；地区基金项目在支持基础研究薄弱地区发展方面取得了明显效果；杰青项目培养了一批青年科技领军人才；重点项目有效解决经济社会发展中的若干重要科学问题，产生了较为显著的经济和社会效益；基础科学中心项目产出若干国际领先水平原创成果，在国际上产生重要影响。自然科学基金项目的实施质量较高，对结题项目的抽样评价结果显示，面上、青年基金、地区基金项目完成情况的优良率达到82.9%。统计结果显示，中国在各学科最具影响力期刊上发表的论文中有67.1%接受了自然科学基金资助。部分自然科学基金资助项目成果获得转化应用，产生了经济社会效益。

虽然自然科学基金在深化系统性改革,维持较高水准的评审公正性和规范性,促进基础研究人才成长和产出创新成果等方面发挥了重要作用,但是面对当前百年未有之大变局和科研范式转型,自然科学基金在资助与管理中仍然存在一些差距或不足,需要未来在持续深化改革进程中进一步发展解决。

## 四、绩效评价指标分析

按照预算绩效管理工作的要求，本次评价从项目决策、过程、产出和效益四个方面对自然科学基金 2021 年度绩效评价指标进行绩效证据分析。关于自然科学基金项目决策、过程管理工作，主要依据《国家自然科学基金条例》和相应项目管理办法开展对比分析。

### （一）项目决策情况

2021 年，自然科学基金按照国家科技计划管理和新时代自然科学基金改革要求开展项目立项工作，立项程序符合相关项目管理办法规定。

#### 1. 项目立项

##### （1）立项依据充分性

自然科学基金是国家基础研究主要资助渠道之一，立项符合国家科技计划定位。根据《关于深化中央财政科技计划（专项、基金等）管理改革的方案》（国发〔2014〕64 号）要求，自然科学基金的定位是“资助基础研究和科学前沿探索，支持人才和团队建设，增强源头创新能力”。本年度自然科学基金坚持自身定位，不断推进改革创新，积极开展各类项目指南的科学论证，立项依据较为明确。

自然科学基金总体上不仅要和其他计划协调衔接，自身所包括的项目类型之间的关系也在优化之中。面上、青年基金、地区基金、杰青、重点和基础科学中心项目是自然科学基金资助体系重要组成部分，各自担负不同的资助“使命”。即：通过面上、青年基金、地区基金项目等小额资助广泛征集和支持原创思想；之后对于有较好前景的

研究方向和具有潜力的人才，鼓励竞争和交叉，通过杰青等人才项目和重点项目等额度较大的项目予以进一步支持；随着资助强度的增加，项目数量在不断减少，将会逐渐涌现出一批有望取得重大突破的优势方向；最后根据具体科研活动的需要，通过适合的方式，如基础科学中心项目等大额资助对这些方向进行聚焦强化，进而促进产出世界级的原创成果。

## **(2) 立项程序规范性**

作为科研项目资助机构，受理项目申请和组织开展评审是自然科学基金委的核心工作之一。本年度自然科学基金委在立项程序方面主要开展的工作包括：

自然科学基金项目管理办法对立项程序已形成制度要求，并得到了规范执行。自然科学基金委对不同类型的项目采取了“适当集中、体现不同”的管理方式，多数项目类型每年都统一发布指南，在3月份集中接收一次申请，在8月份完成评审和立项工作。在集中受理期接受项目申请和开展通讯评审，并专门组织会议评审和进行项目公示。自然科学基金委按照《国家自然科学基金条例》的规定，2021年1月5日在网站上公开发布2021年度项目申请通告并于1月15日按期发布了项目指南；在3月20日前集中接收了项目申请，并按照条例要求开展了初步审查，于4月23日公布了2021年度自然科学基金项目申请的初步审查结果；对于初审后不予受理的项目，于5月12日前接受了复审申请，复审结果由相关科学部在6月8日前书面通知申请人。

对于通过初步审查的项目申请，自然科学基金委组织开展了通讯评审和会议评审。在通讯评审方面，各类项目通讯评审指派专家的数量符合管理办法的要求。在会议评审方面，按照规定要求完成了会议

评审专家组的组建工作。杰青、重点和基础科学中心项目评审按照管理办法要求在完成通讯评审后组织了会议评审，按期完成了项目评审工作。自然科学基金委于8月17日公布了集中接收申请项目的评审结果，包括面上、青年基金、地区基金、杰青和重点项目。

**明确评审制度要求并持续改革优化评审方法，保证评审公正性和公信力。**为保证评审的公正性，自然科学基金委建立了评审的回避制度、保密制度、复审制度、监督举报制度。对自然科学基金2021年度评审过程的观察和调研发现，这些制度得到了评审专家和申请人的普遍认可或遵守。

2021年度自然科学基金委不断推进评审机制改革，包括：深入实施分类评审，进一步扩大基于“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”四类科学问题属性的分类评审范围，在2020年重点项目和面上项目试点开展的基础上，将青年基金项目纳入试点范围，分类评审已覆盖85%的项目申请；稳步推进“负责任、讲信誉、计贡献”（RCC）评审机制试点工作，试点范围扩大到8个科学部的45个学科，占学科总数的36%；继续推进人工智能辅助指派项目的建设，在3个学科开展试点，探索进一步提升评审的公正性和效率。

## **2. 绩效目标**

### **（1）绩效目标合理性**

自然科学基金六类项目绩效目标依据资助计划制定，内容涵盖项目实施全过程。2021年面上、青年基金、地区基金、杰青、重点和基础科学中心项目的绩效目标均包括中长期阶段目标（2021-2023年）和年度绩效目标（2021年）。六类项目的绩效目标基本覆盖了项目

资助计划、项目实施水平和项目完成效果预期等多个方面，内容设置较为全面合理。各类项目绩效目标见附件 2。

## **(2) 绩效指标明确性**

自然科学基金六类项目绩效指标设置包括产出、效益、满意度三方面，注重反映项目实施成效，效益指标明确体现出不同项目类型特点。在产出方面，面上、青年基金、地区基金、杰青、重点和基础科学中心项目指标设置基本类似，均包括数量、质量和时效三类指标，规定了自然科学基金当年资助项目数量、应结题项目数量、项目总体实施质量、项目结题成果水平标准，以及受理申请和立项、结题工作完成的时间要求。在效益方面，根据不同项目类型的定位特点，六类项目分别设置了反映项目参加人员数量（或比例）、项目资助取得原始创新和科学前沿成果成效、在促进学科发展和服务重大需求方面作用的个性化指标。在满意度方面，六类项目均设置了调查了解当年度参与评审的专家和提交申请的科研人员意见的服务对象满意度指标。各类项目绩效指标及其分析见附件 2。

自然科学基金六类项目年度绩效指标值参考计划和历史标准，符合实际情况。在面上、青年基金、地区基金和杰青项目的绩效指标中，根据项目当年资助计划，以及项目申请受理、项目批准时间、结题审核规定等计划标准，设定资助项目数量、按期申请和立项率、按期结题率等年度绩效指标值；参考历史标准专门建立测算方法，设定项目实施过程质量、结题研究成果优秀率等产出质量指标，以及学科全面布局、参加研究人员数量、女性负责人占比、成果转化应用、面向世界科学前沿涌现重大原创科研成果等年度效益指标值。重点项目和基础科学中心项目由于均系首次开展绩效评价，其绩效指标基本都依据计划标准进行设定。

### 3. 资金投入

#### (1) 预算编制科学性

根据上一年自然科学基金项目申请与资助情况和指南需求,自然科学基金委通过公式科学测算确定各类项目年度预算。本年度评价的六类项目均为延续性项目。针对面上、青年基金和地区基金项目,自然科学基金委通常根据上一年各科学部项目申请量和资助率,通过公式测算确定当年预算。杰青项目、重点项目和基础科学中心项目年度资助项目数与资助经费强度相对固定,年度预算通常根据当年资助计划确定。

#### (2) 资金分配合理性

自然科学基金各类项目预算资金分配均通过自由申请、公开竞争和择优遴选的方式进行,项目资金分配较为公平公正。面上、青年基金、地区基金、杰青、重点和基础科学中心项目均为公开申请项目,通过专家评审确定项目申请是否能获得资助。根据预算管理方式的不同,自然科学基金项目资金管理分为包干制和预算制。其中青年基金项目 and 杰青项目实行经费包干制。

自然科学基金充分考虑性别和地区间差异,对特殊群体制定了项目资助的倾斜政策。如青年基金项目女性申请人的年龄上限,较男性申请人延长了5岁。地区基金项目主要面向少数民族聚居地区、西部经济不发达地区和革命老区从事基础研究的人员。在本年度自然科学基金评审工作管理办法中,也明确提出了“在同等条件下,项目资助向女性和西部地区科研人员倾斜”的评审要求。

自然科学基金加强了对青年科技人才的资助力度。如要求基础科学中心项目的骨干成员应以中青年为主。2021年度青年基金项目资助项目数量和资助经费总量均实现了较大幅度的增长。

## （二）项目过程情况

### 1. 资金管理

#### （1）资金到位率

2021年，自然科学基金资助项目拨款支出305.07亿元，财政资金支出中，自然科学基金项目支出291.06亿元，完成预算的99.98%。杰青项目支出14.01亿元，完成预算的100%。此外，2021年核定2020年度批准资助项目的直接费用312.93亿元。2021年度联合基金共吸引委外资金18.05亿元，自然科学基金委匹配6.87亿元，各方共投入24.92亿元。

自然科学基金全年项目资金按时拨付项目承担单位，资金到位率较高。作为科研项目的资助部门，自然科学基金委每年4月份拨付在研项目年度经费，9月份拨付当年新批准即第二年开始实施的项目第一批经费。这种项目批准当年就开始拨付经费的方式充分考虑了科研项目周期长的特点，适合科研活动对经费的需求，得到了科学界的广泛认可。同时，科研项目资助经费分为直接经费和间接经费两部分，通常直接经费在项目获得批准后当年拨付，间接经费经过核算后在项目批准后第二年开始按照规定“打包”拨付项目依托单位，间接经费依据依托单位相关资金管理办法使用。2021年度，纳入绩效评价范围的青年基金项目、杰青项目经费试行“包干制”，不再区分直接费用和间接费用，以总资助经费的形式支持科研人员开展研究工作。

#### （2）预算执行率

自然科学基金项目预算按照实际情况进行支出，预算执行率进度不一。自然科学基金项目经费在拨付依托单位后，依规按照依托单位自然科学基金项目资金管理办法进行经费支出报销。自然科学基金项

目支出主要依据项目计划书的预算编制执行，如果需要调整，可按照现行管理办法开展。

### **（3）资金使用合规性**

自然科学基金项目资金管理分为自然科学基金委和依托单位两级。

自然科学基金委建立了严格的资金管理办法，依规按时完成项目资助经费拨付和分类开展项目资金过程管理。自然科学基金委按照国库集中支付制度规定，根据不同类型科研项目特点、研究进度、资金需求等，制定经费拨付计划并在资助项目计划书签订后 30 日内，将经费按计划拨付至依托单位。对于在实施过程中因故终止执行或被依法撤销的项目，依托单位负责将结余资金按原渠道退回自然科学基金委。2021 年，自然科学基金委将每年度对依托单位自然科学基金项目资金的监督检查改革为调研式检查，既查找在项目资金管理使用过程中的违规行为，也调研自然科学基金委在项目和资金管理需要进一步改进的地方。2021 年度，自然科学基金委对江苏、青海和新疆三省区 84 家依托单位的自然科学基金项目资金开展了调研式监督检查，共抽查近三年（2018—2020 年）结题项目 911 个。

依托单位通常制定自然科学基金项目资金管理办法，依据办法对项目资金支出报销进行审批。调研了解到，自然科学基金项目依托单位普遍根据学校或研究所的实际情况，制定了专门的自然科学基金项目资金管理办法，项目经费资金使用按照资金管理办法进行，总体较为规范。自然科学基金委开展依托单位表彰活动，表彰在自然科学基金管理工作中表现突出的先进依托单位 20 个、先进地区联络网 6 个、先进管理者 100 名，并对长期从事依托单位自然科学基金管理的工作者颁发荣誉证书。

## 2. 组织实施

按照《国家自然科学基金条例》和项目管理办法要求，自然科学基金项目实施主要包括签订项目计划书、提交年度进展报告、开展中期检查、完成结题验收和成果提交等环节。

### (1) 管理制度健全性

自然科学基金针对六类项目已建立管理制度，保障了自然科学基金高效运行。自然科学基金各类项目过程管理制度得到执行，取得了明显成效。自然科学基金委对自然科学基金项目管理总体上坚持营造宽松环境原则，对项目的过程管理相对简化。由项目负责人提交年度项目进展报告和结题报告是自然科学基金项目实施过程管理的基本手段。杰青项目、重点项目和基础科学中心项目还包含中期检查和结题审查环节，这些工作通常采用会议评审方式开展。值得注意的是，杰青项目、重点项目和基础科学中心项目在立项后，项目过程管理均由自然科学基金委各科学部自行开展，尚未统筹制定项目实施质量评价标准与结题时综合绩效评价规范。

**自然科学基金优化项目管理流程。**全面实行无纸化申请，深入推进“一表多用”，允许依托单位承诺“一年报一次”，减轻科研人员和依托单位负担；按照能简则简的原则，进一步优化初审要点和初审方式，避免科研人员由于小的失误而造成项目不予受理；深入实施代表作评价制度，避免“四唯”倾向，强化项目评审过程中的能力、业绩和贡献导向。

自然科学基金委开展了多项项目经费管理改革试点和经费管理办法制度细则研究。深入落实《国务院办公厅关于改革完善中央财政科研经费管理的若干意见》（国办发〔2021〕32号），会同财政部共同修订资金管理办法，推出一系列完善自然科学基金管理机制的举

措。将包干制试点范围进一步扩大到青年、优青和杰青项目，惠及近2.2万名科研人员。对于不实行经费包干制的项目顶格提高间接费用，对数学等纯理论基础研究预算制项目，进一步提高间接费用比例。全面优化经费管理流程，简化项目预算编制，下放预算调剂权，扩大劳务费开支范围，取消结余资金结题后两年按原渠道返回的规定。

## （2）制度执行有效性

自然科学基金各类现有项目管理制度得到严格执行，项目实施情况总体良好。对于面上、青年基金和地区基金项目，为了加强对项目实施情况的了解和监控，本着不给项目负责人和依托单位增加额外负担的原则，自然科学基金委每年组织开展项目抽查和评议，这也作为年度绩效评价工作的一部分。本年度对重点项目和杰青项目也进行了抽样评价。对于面上、青年基金和地区基金项目，抽样的原则是抽样项目需首先全部覆盖所有获资助的一级代码；之后，根据各科学部立项项目占比在每个一级代码下随机抽取二级代码，每个二级代码下抽取1-5个项目。对杰青和重点项目，在每个科学部进行等距抽样。

按照上述抽样原则，2021年国家科技评估中心共对1190个结题项目进行了随机抽样评价，包括471个面上项目，466个青年基金项目，257个地区基金项目，64个重点项目和32个杰青项目。项目评价采取邀请同行专家根据项目申请书、计划书、年度进展报告和结题报告等已有材料进行评级的方式，并根据六类项目资助定位特点制定了差异化的评价要点。项目评价坚持问题导向，对执行中可能存在问题的项目给予重点关注。本年度项目抽样评价结果见附件1。对于基础科学中心项目，针对2016-2020年立项的37个项目发放了项目实施调查表，并结合项目申请书、计划书、年度进展报告等材料对项目实施进展情况进行了了解。

此外，自然科学基金资助项目成果的管理与推介机制不断完善。在前期与北京、浙江、广东等省份举办成果对接活动基础上，2021年与辽宁联合举办成果对接活动，在高端装备制造、新材料、碳达峰碳中和、现代农业等领域推荐80项资助成果。开发仪器类项目成果展示平台，对114个科研仪器进行集中展示，促进科研仪器开放共享和成果转化。

**依托单位在项目管理中发挥主体作用意识增强。**2021年绩效评价工作组调研了山东、上海、江西等省市的16家自然科学基金项目依托单位，听取了依托单位管理人员以及部分面上、青年基金、地区基金、杰青、重点、基础科学中心项目负责人的意见和建议。工作组在调研中了解到，自然科学基金项目依托单位均非常重视自然科学基金项目申请与管理，通过积极参与自然科学基金委组织的“片会”等宣传培训活动，认真学习自然科学基金委出台的最新政策并注重交流反馈意见。在国家出台“放管服”要求后，依托单位纷纷修订本单位自然科学基金项目管理办法并着手推动落实，主体作用在逐步加强。

**项目实施监督主动性和针对性进一步增强，加强作风学风和科研诚信建设。**一是深入实施自然科学基金学风建设行动计划，完善“教育、激励、规范、监督、惩戒”的自然科学基金学风建设体系，加大对学术不端、学风不正等问题的调查处理力度，2021年共收到各类投诉举报案件622件，已办结451件，对292位责任人和7家依托单位作出处理。二是与科技部等科研诚信建设联席会议成员单位建立常态化的科研不端行为处理和信息共享机制，将182位被取消项目申请或评审资格的失信行为责任主体相关处罚信息按程序提交到科技部科研诚信管理信息系统，实现失信行为信息共享，有效实施联合惩戒。三是加强项目资金监督检查，完成2020年度项目资金监督检查发现

问题的整改落实，浙江、云南和海南三省 51 家依托单位已反馈整改情况，退还不规范列支（超范围、超预算、个人消费支出等）项目资金。**四是**编撰《国家自然科学基金科研伦理手册（草案）》，从科研伦理和学术诚信规范、违背科研伦理与科研诚信的问责、科研伦理与科研不端案例解析等角度强化对作风学风和科研诚信建设工作的指导。**五是**发挥自然科学基金委咨委会咨询作用，部署“科学基金科研不端行为的类型、性质及处理研究”专项项目。

**开展自然科学基金改革措施宣传。**为让申请人、依托单位科研管理人员和评审专家了解自然科学基金改革举措，扩展各领域科学问题的典型案例达 94 个，强化科研人员对自然科学基金选题的理解。重构申请书结构，突出申请书中关于科学问题的核心内容，强化引导科研人员对科学问题的凝练。在本年度绩效评价工作中，国家科技评估中心开展了关于申请人和评审专家对自然科学基金项目申请、评审及其他方面了解程度的调查。

结果表明，评审专家对各项措施的了解程度明显高于申请人，且多数都在 4 分以上；申请人对自然科学基金项目评审和管理的各项措施了解程度都普遍低于 4 分（1 到 5 表示了解程度从低到高），不过对项目经费使用和管理要求的了解程度为 4.15 分。需要关注的是，申请人和评审专家对非共识项目推荐制度的了解程度最低。对问卷调查结果的交叉分析表明，申请人和评审专家对自然科学基金项目评审的了解程度与对评审公正性的满意度呈正相关关系。因此，自然科学基金委应考虑采取更为积极的措施，例如可以充分发挥依托单位、科学社团等各方作用，促进提高申请人和评审专家对自然科学基金项目评审制度的了解程度。

### （三）项目产出情况

2021年自然科学基金按期完成项目资助计划和项目结题工作，结题项目产出情况良好。统计结果显示，中国在各学科最具影响力期刊（各学科领域影响因子最高的期刊）上发表的论文数为13556篇（2020年为14352篇），占世界的26.7%。其中，受自然科学基金资助产出的高影响力期刊发表的论文为9093篇（2020年为9746篇），占有中国发表论文的67.1%。受自然科学基金资助产出的中国最具影响力期刊上发表的论文涉及145个学科，其中受自然科学基金资助产出的论文占期刊发表论文总数比例为100%的有3个学科，比例超过50%的有77个学科，比例超过60%的有67个学科。

#### 1. 实际完成率

自然科学基金相关类型项目均很好地完成了2021年资助工作，项目资助计划完成率除重点项目基本达标外，其余均达到100%。面上、青年基金、地区基金、杰青、重点和基础科学中心项目年度批准资助项目情况见表4.1。

表 4.1 自然科学基金六类项目 2021 年批准资助与计划对比

项目类型	年度计划资助数（项）	项目实际批准数（项）	完成率
面上项目	≥19000	19420	100%
青年基金项目	≥18000	21072	100%
地区基金项目	≥2900	3337	100%
杰青项目	300 项左右	314	100%
重点项目	≥750	740	98.7%
基础科学中心项目	≥10	17	100%

自然科学基金相关类型项目均按期完成了 2021 年结题工作。面上、青年基金、地区基金项目当年基本完成了全部结题工作，面上项目结题率达到 98.6%，青年基金项目结题率达到 99.4%，地区基金项目达到 99.3%。杰青项目、重点项目结题项目数分别为 197 项和 620 项，达到结题要求。基础科学中心项目 2021 年没有结题项目。自然科学基金相关项目结题情况见表 4.2。

表 4.2 自然科学基金相关类型项目 2021 年结题完成情况对比

项目类型	年度计划结题项目数(项)	2021 年到期应结题项目数(项)*	实际完成结题项目数(项)	项目结题率
面上项目	≥13500	16934	16704	98.64%
青年基金项目	≥14540	17523	17412	99.37%
地区基金项目	≥2546	2872	2853	99.34%
杰青项目	≥179	198	197	99.49%
重点项目	≥544	625	620	99.36%

\*注：2021 年到期应结题项目数分别指六类项目按各自实施周期应于 2021 年度完成结题的项目数，即批准当年的立项数。

## 2. 质量达标率

2021 年自然科学基金相关结题项目质量均达到要求。项目抽样评价结果表明，面上项目、青年基金项目和地区基金项目的整体实施优良率为 82.9%。其中，面上项目的项目实施过程质量良好率为 86.6%，结题研究成果优秀率为 56.8%；青年基金项目结题研究成果优秀率 42.7%；地区基金项目的项目实施过程质量优良率 82.9%，结题研究成果优秀率 40.2%。对于杰青项目，根据抽样评价结果，项目实施过程质量优良率为 100%，优秀率为 75.0%。对于重点项目，根据抽样评价结果，项目实施过程质量优良率为 98.4%，结题研究成果优秀率为 43.8%。各类项目实施质量与原定计划标准的比较见表 4.3。

表 4.3 自然科学基金相关项目 2021 年实施质量与计划对比

项目类型	中期检查		结题/结题验收			
	项目实施优良率		项目实施优良率		项目优秀率	
	计划	实际完成	计划	实际完成	计划	实际完成
面上项目	-	-	75%	86.6%	30%	56.8%
青年基金项目	-	-	-	73.4%	25%	42.7%
地区基金项目	-	-	65%	82.9%	20%	40.2%
杰青项目	80%	100%	80%	100.0%	40%	75.0%
重点项目	75%	98.2%	75%	98.4%	30%	43.8%

### 3. 完成及时性

自然科学基金相关类型项目均按计划及时完成项目申请与立项工作。2021 年，面上、青年基金、地区基金项目全部按期完成项目申请受理与评审，并于当年完成项目立项工作，按计划 100%完成。杰青、重点和基础科学中心项目完成项目申请受理与评审，以及项目公示和批准工作，按计划 100%完成项目立项。

自然科学基金相关类型项目均按照计划要求按期完成了结题工作。按照管理办法要求，自然科学基金资助项目应在实施期限结束后 60 天内递交结题报告材料。2021 年，面上、青年基金、地区基金、杰青和重点项目均按照管理办法要求按期完成项目结题批准。

### 4. 成本节约率

按照国家科技计划项目经费管理改革要求，自然科学基金委联合财政部，适时发布加强结余经费管理的通知，目的是提高自然科学基金项目经费使用效益和引导科研人员节约经费，减少不必要的支出，从而降低科研成本。同时，自然科学基金委通过集中受理项目申请和评审的做法控制管理成本。2021 年的集中申请阶段，自然科学基金

委共受理 27.67 万份申请，会议评审采用线上线下结合的评审方式，节约了部分管理性经费。

## **（四）项目效益情况**

在自然科学基金的资助下，2021 年涌现出一批为创新驱动发展提供源头支撑的重要科研成果。自然科学基金六类项目在实施效果方面均呈现出良好效果，充分体现了项目自身定位。

### **1. 实施效益**

#### **（1）面上项目**

面上项目作为自然科学基金资助数量最多，总经费规模最大的项目类型，承担着促进基础研究各学科全面发展、稳定基础研究队伍、取得创新性研究成果的使命。本年度项目实施效果和影响主要表现为：

**第一，面上项目支持了我国自然科学基础研究领域的学科全面发展。**2021 年度批准资助的 19420 个面上项目全面覆盖了各学科领域的 126 个一级申请代码，新批准资助的面上项目所涉及的申请代码在全部 1263 个二级申请代码中的覆盖率为 97.2%，35 个申请代码未被覆盖，具体分布情况见附件 3。

**第二，面上项目对支持我国基础研究队伍的稳定和发展发挥了重要作用。**面上项目参加人员数量庞大。近 5 年每年参加面上项目研究的人员都在 14 万人次左右，本年度达到近 16 万人次。面上项目负责人年龄分布广泛，持续年轻化趋势明显。2021 年新批准资助的面上项目负责人平均年龄约为 42.58 岁，广泛分布在各年龄段。40 岁以下的面上项目负责人占比，从 2011 年的 36.1%提高到 2021 年的 48.8%，比例逐年上升。

表 4.4 2021 年新批准面上项目的负责人年龄分布

年龄段	负责人数量 (人)	占比	年龄段	负责人数量 (人)	占比
≤25	0	0.00%	51-55	1544	7.95%
26-30	123	0.63%	56-60	1583	8.15%
31-35	3623	18.66%	61-65	281	1.45%
36-40	5735	29.53%	66-70	35	0.18%
41-45	4019	20.70%	≥71	13	0.07%
46-50	2464	12.69%	-	-	-

第三，支撑引领发展方面，面上项目资助取得了一批基础研究重要研究成果。在科研奖励方面，累计共获得国家奖励数量 238 项，省部级奖励数量 2304 项。根据抽样评价结果，56.8%的面上项目抽样结题项目评价为优秀。

#### 专栏 4.1 面上项目典型成果

##### 典型案例 1：我国学者在钙钛矿太阳能电池领域取得进展（面上项目 51972004）

北京大学材料科学与工程学院周欢萍研究员团队与北京理工大学材料学院陈棋教授团队等合作，在大面积钙钛矿太阳能电池研究领域取得进展。研究团队开发了一种简单的“液相介质退火”工艺，通过“液相介质”，为薄膜生长过程构筑了均匀高效的热场传导和适宜稳定的化学环境，保障了高质量、组分分布均一晶体的大面积制备，显著提高了工艺的可重复性。其中，液相介质提供了“自上而下”的独特传热方式，大大缩短薄膜达到退火温度的时间，从而大幅提升组分分布的均一性。同时，液相介质阻隔了钙钛矿与外界环境的接触，有效抑制了水、氧、有机物等干扰钙钛矿结晶，进而提高了晶体质量。此外，液相介质还有效降低了钙钛矿器件制备过程对环境的依赖性。液相介质退火使得钙钛矿薄膜具有更均一的光电性质，大面积与小面积的电池效率差异显著降低，小面积器件（0.08 cm<sup>2</sup>）实现了 24.04%的稳态输出效率，认证值为 23.7%。而大面积器件（1 cm<sup>2</sup>）实现了 23.15%的稳态输出效率，认证效率为 22.3%，超过目前该面积下所有公开报道的第三方认证效率。该方法有望进一步推广至大面积电池模组的制备。该工艺为高质量，组分空间均一钙钛矿薄膜的全天候可重复制备开辟了新的途径，可广泛应用于不同组分（如三维铅基、锡铅混合、二维等）钙钛矿光电器件（如太阳能电池、发光二极管等）的制备。研究成果以“液相介质退火制备稳定钙钛矿太阳能电池并提高可重复性（Liquid medium annealing for fabricating durable perovskite solar cells with improved reproducibility）”为题，于 2021 年 7 月 30 日在线发表于《科学》（Science）杂志上。

### 典型案例 2：我国学者和海外合作者在长期气候政策评估研究取得进展（面上项目 71874177）

中国科学院预测科学研究中心汪寿阳研究员和中国科学院大学段宏波副教授的团队与多个国际团队合作评估了《巴黎协定》下 1.5°C 温控目标对中国的影响。他们通过建立多模型综合比较框架，优化出了长期的碳和非碳排放路径，描绘了 2050 年近零排放战略下的能源技术演替场景，并从多个维度估算了可能的经济影响。本研究通过多模型综合比较研究发现，与“无政策”情景相比，1.5°C 温控目标将要求中国分别将其碳排放量和能源消耗减少 90% 和 39% 以上。负排放技术在实现接近零排放方面发挥着重要作用，到 2050 年，捕获的碳平均占减排总量的 20% 左右。多模型比较显示，各个部门的必要减排量存在很大差异，但电力部门必须在 2050 年之前实现完全脱碳。跨模型平均结果表明，考虑到 1.5°C 的升温约束，到 2050 年，中国的累计政策成本可能达到其累计国内生产总值的 2.8% 至 5.7%（以 5% 的贴现率计）。该研究工作以“评估 1.5°C 温控目标下中国的挑战（Assessing China’s efforts to pursue the 1.5°C warming limit）”为题，于 2021 年 4 月 22 日在《科学》（Science）正刊上发表。

### 典型案例 3：我国学者在多模式量子中继研究中取得进展（面上项目 11774331、11774335）

中国科学技术大学李传锋、周宗权研究团队利用固态量子存储器和外置纠缠光源，首次实现两个吸收型量子存储器之间的可预报量子纠缠，演示了多模式量子中继。李传锋、周宗权研究团队长期从事基于稀土离子掺杂晶体的固态量子存储器的研究，近十年不断提升固态量子存储的性能指标以满足量子中继的技术需求，包括使存储保真度达 99.9%、模式数达 100 个、光存储寿命达 1 小时等。在本实验中，研究组基于参量下转换技术制备了两套纠缠光源，并基于独创的“三明治”结构制备了两套固态量子存储器。每对纠缠光子中的一个光子被三明治型量子存储器所存储，而另一个光子被同时传输至中间站点进行贝尔态检验。一次成功的贝尔态检验会完成一次成功的纠缠交换操作，使得两个空间分离 3.5 米的固态量子存储器之间建立起量子纠缠，尽管这两个存储器没有发生任何直接的相互作用。量子中继基本链路的演示实验中实现了 4 个时间模式的复用，使得纠缠分发的速率提升了 4 倍，实测的纠缠保真度达到了 80.4%。该工作证实了基于吸收型量子存储构建量子中继的可行性，并首次展现了多模式复用在量子中继中的加速作用，为实用化高速量子网络的构建打下了坚实的基础。该成果以“两个吸收型量子存储器间的触发式纠缠分发（Heralded entanglement distribution between two absorptive quantum memories）”为题，于 2021 年 6 月 2 日以封面文章的形式发表在《自然》（Nature）杂志上。

## （2）青年基金项目

青年基金项目资助项目数量与面上项目相近，通常是我国青年科研人员获得的第一个国家科技计划项目，在促进形成我国科研梯队方面发挥了重要作用。本年度项目实施效果和影响主要表现为：

第一，青年基金项目促进青年科研队伍结构合理化，提高青年科研人员独立开展科研工作的能力。青年基金项目重点资助博士毕业后刚开始从事科研工作的青年科研人员群体，2021年新批准21072项，比上一年增加2796项。2021年新批准的青年科学基金项目负责人中，95.5%以上具有博士学位；专业技术职务方面，讲师占比最高，为73.7%。同时，青年基金项目资助激励女性科研人员从事科学研究。本年度新批准项目负责人为女性的占40.5%。根据抽样评价结果，青年基金项目结题项目优秀率为42.7%，优良率为73.4%。

第二，作为自然科学基金项目资助量较大的项目类型，青年基金项目发挥了促进学科全面布局的作用。2021年新批准资助的青年科学基金项目所涉及的申请代码在全部1263个二级申请代码中的覆盖率为97.7%，29个申请代码未被覆盖，具体分布情况见附件3。

#### 专栏 4.2 青年基金项目典型成果

##### 典型案例 1：我国学者发现非晶硅“拉强压弱”的反常行为（青年基金项目 51902249）

西安交通大学单智伟教授、马恩教授研究团队在微纳尺度硅材料力学行为研究方面取得重要进展。研究人员选取非晶硅材料为研究载体，通过减小其尺寸来降低材料中存在缺陷的几率；为了排除样品差异性对实验结果造成的可能影响，利用非晶硅的断口特点，设计制备出了一种“拉-压”亚微米尺度样品：在同一样品上可先后进行定量拉伸和压缩实验。原位透射电子显微镜的定量力学测试表明：非晶硅在拉伸时的屈服强度远高于而非低于压缩条件下的屈服强度，即非晶硅在缺陷极少时表现出“拉强压弱”的“反常”不对称性。为揭示其内在原因，研究团队对非晶硅剪切变形过程进行了原子尺度模拟，发现垂直于剪切面的压应力会造成剪切面上剪切模量的降低，从而导致压缩下发生剪切转变（shear transformation）的能量门槛值降低，塑性变形更容易发生；但拉伸时则正好相反，剪切模量随垂直于剪切面的拉应力增加而增大，造成剪切变形更难发生，因此可以一直保持弹性变形直至被拉到断裂。上述研究有望为硅基材料在微机电系统、微纳尺度柔性电子器件等中的应用提供指导。研究成果以“非晶硅中的拉压不对称性（Tension-compression asymmetry in amorphous Si）”为题，于2021年5月31日在线发表在《自然·材料》(Nature Materials)杂志上。

##### 典型案例 2：我国学者在智力障碍的发病机制研究方面取得进展（青年基金项目 81901287）

东南大学韩俊海教授团队揭示智力障碍相关因子多聚谷氨酰胺结合蛋白 1

(PQBP1) 功能缺失导致认知障碍的机制。韩俊海研究团队制备了 PQBP1 基因的条件性敲除小鼠，发现在海马神经元中敲除 PQBP1 可导致认知功能显著下降，PQBP1 竞争性地结合非磷酸化的真核延伸因子 2 (eEF2)，抑制 eEF2 激酶 (eEF2K) 介导的 eEF2 磷酸化过程，调控代谢型谷氨酸受体依赖的突触长时程抑制 (mGluR-LTD)，提示 PQBP1 基因条件性敲除小鼠的认知功能障碍是由于 mGluR-LTD 受损所引起的。此外，在正常小鼠的海马中注射干扰 PQBP1/eEF2 结合的多肽，同样引起 mGluR-LTD 受损，导致认知功能障碍，并发现 PQBP1 通过抑制 eEF2K 介导的 eEF2 磷酸化调控蛋白质翻译的机制普遍存在。该研究揭示了 PQBP1 作为 eEF2K/eEF2 通路的一种全新调控方式，为 PQBP1 突变或多拷贝重复导致智力障碍的致病机理提供了新的解释。研究成果以“PQBP1 通过抑制真核延伸因子 2 磷酸化促进翻译延伸并调控海马代谢型谷氨酸受体依赖的突触长时程抑制 (PQBP1 promotes translational elongation and regulates hippocampal mGluR-LTD by suppressing eEF2 phosphorylation)”为题，于 2021 年 3 月 4 日在线发表在《分子细胞》(Molecular Cell) 杂志。

**典型案例 3：我国学者在月球背面发现碳质球粒陨石撞击残留物质（青年基金项目 42002306）**

中国科学院国家空间科学中心空间天气学国家重点实验室刘洋研究员团队基于嫦娥四号巡视器获取的具有超高空间分辨率的影像与光谱数据，首次在月表原位识别出了年龄在 1 个百万年以内的碳质球粒陨石撞击体残留物。嫦娥四号探测器于 2019 年 1 月成功着陆于月球背面南极—艾肯盆地的冯·卡门撞击坑中，其搭载的玉兔二号巡视器随后对月表开展了持续的巡视探测。在探测的第 9 月昼，玉兔 2 号“偶遇”了一个 2 米大小的新鲜撞击坑，并对这个撞击坑进行了详细的光谱探测。刘洋团队通过对成像光谱仪获取的高光谱影像数据的详细分析发现，撞击坑中心的疑似“残留物”与坑内及坑外的典型月壤、岩石碎块的光谱呈现明显不同的特征，与碳质陨石光谱具有很高的相似度。基于辐射传输模型的光谱定量反演结果显示，该残留物中碳质陨石组分占比达到 40 wt% 以上。利用数值模拟对该撞击坑开展的研究结果显示，一个直径 15 cm 的疏松撞击体以 15 km/s 的速度（月表的典型撞击体速度）撞击月表可以形成上述观测到的小撞击坑形貌特征，并有残留物分布于撞击坑中心。研究成果以“嫦娥四号在月球上探测到富含碳质球粒陨石的撞击残留 (Impact remnants rich in carbonaceous chondrites detected on the Moon by the Chang'e-4 rover)”为题，于 2021 年 11 月 25 日发表于《自然·天文》(Nature Astronomy) 上。

### (3) 地区基金项目

地区基金项目是经济欠发达地区科研人员能够开展基础研究的主要渠道。本年度项目实施效果和影响主要表现为：

第一，地区基金项目吸引和稳定了欠发达地区基础研究人才。2021 年新批准地区基金项目 3337 项。2021 年新批准资助的地区科学基金项目负责人年龄段分布在 26-65 岁之间，其中 36-40 岁之间的人

数最多，占到了 29.3%，平均年龄为 41.7 岁。地区基金项目为更多中级职称和硕士毕业的科研人员提供了独立开展科研工作的机会。与面上项目负责人相比，地区科学基金项目负责人中，中级职称占到 19.0%，远高于面上项目的 7.2%，副高级职称 42.1%，低于面上项目的 5.8%。本年度地区基金项目负责人年龄分布见表 4.5。

表 4.5 2021 年新批准地区基金项目的负责人年龄分布

年龄段	负责人数量 (人)	占比	年龄段	负责人数量 (人)	占比
≤25	0	0.00%	46-50	462	13.84%
26-30	51	1.53%	51-55	265	7.94%
31-35	631	18.91%	56-60	169	5.06%
36-40	978	29.31%	61-65	15	0.45%
41-45	766	22.95%	≥66	0	0.00%

第二，地区基金项目实施有效支撑了地方经济社会发展和生态建设。地区基金项目充分体现了地方经济社会发展对基础研究的需求，取得了许多具有地方特色的研究成果。特别是针对地方生态、地方病、特色药材、特色农作物、特殊地质环境等特色领域给予长期稳定支持，促进了区域创新能力的发展，为保护地区生态环境、有效利用地区优势资源、促进边远地区经济增长、改善地区生活质量等提供了科技支撑。根据抽样评价结果，82.9%的地区基金抽样结题项目评价为优良，40.2%的项目评价为优秀。

第三，部分少数民族聚居地区申请的地区基金项目引导科研人员投入基础研究，部分项目与相关企业联合开展成果转化应用，营造形成创新氛围，发挥了促进社会稳定的良好影响。

### 专栏 4.3 地区基金项目典型成果

#### 典型案例 1：我国学者在活动星系演化方面取得新进展（地区基金项目 11763001）

广西民族大学陈志福博士与中国科学技术大学、北京大学和南京大学合作者首次从观测上发现类星体的恒星形成率在演化过程中先下降而后反弹上升。该研究团队利用斯隆巡天（SDSS）最新释放的星系光谱数据，以活动星系外流的光谱特征为判据，构造了系列类星体子样本，分别对应类星体演化阶段的早、中、晚期，然后对各子样本的恒星形成率进行了详细测算。该团队发现，类星体的恒星形成率从早期到中期是下降的，而从中期到晚期则出现了反弹上升。这是首次在天文观测中发现这一现象。基于上述发现，该研究团队提出，在活动星系早期，星系中心黑洞驱动的强烈外流仅存在于星系中心小尺度上，对恒星形成还未造成影响；当外流增长到星系尺度时，外流对恒星形成即产生显著的压制作用；而再经过超千万年的时间后，由于外流减弱，外流对恒星形成的压制作用也逐渐变弱，因而会出现恒星形成的反弹现象。该项工作清楚地表明，活动星系的外流对星系演化具有全局性的负反馈作用，这为理解星系中心超大质量黑洞与宿主星系的共同演化提供了关键的观测事实，非常有助于终结星系演化研究领域关于外流反馈的有关争议。该研究成果以“恒星形成率与类星体演化序列关联的证据 (Evidence for the connection between star formation rate and the evolutionary phases of quasars)”为题，于 2022 年 1 月 13 日在线发表在学术期刊《自然·天文》(Nature Astronomy) 上。

#### 典型案例 2：我国学者在基于机器学习的天然产物活性研究取得进展（地区基金项目 21762048）

云南大学教育部自然资源药物化学重点实验室肖伟烈课题组结合本团队的研究经验，在总结理论方法和分析文献案例的基础上，提出了一系列研究建议，拟在数据科学家和药物研究者之间架设一道有效沟通的桥梁。天然产物是药物分子的重要来源，但其结构发现具有“偶然性”，生物活性探索具有“随机性”，限制了天然产物的活性发现和深入研究。机器学习算法通过对现有天然产物的分子结构、理化性质和生物活性数据进行分析，建立天然产物活性的预测模型。与传统方法相比，机器学习方法并不根据已有知识对结构-活性关系进行预设，而是从数千个描述符中筛选出高度相关的参数，可以发现非线性的规律。在天然药物活性研究中引入机器学习方法的文献数量逐年递增，但仍然受到一些因素的制约，例如缺乏高整合度和标准化的数据库等。该团队于 2018 年开始首次针对抗炎活性的天然产物开展了系统性的化学信息学研究 (J. Chem. Inf. Model. 2019)，并在此基础上开展基于机器学习和网络分析的天然产物活性-靶标预测方法及应用研究。相关研究成果在天然产物权威评述期刊 Natural Product Reports 上发表，对基于机器学习的天然产物活性研究的进展进行了综述。

#### 典型案例 3：我国学者在二萜生物碱多样性及生物合成机制研究取得新进展（地区基金项目 31960082）

云南大学赵大克博士及纽约城市大学 Edward J. Kennelly 教授在二萜生物碱多样性及生物合成机制研究取得新进展。赵大克博士长期以富含二萜生物碱毛茛科乌头属植物为研究对象，与云南农业大学沈勇博士、云南省农业科学院药

用植物研究所石亚娜副研究员和纽约城市大学 Edward J. Kennelly 教授密切合作，系统分析发现，二萜生物碱仅出现在种子植物中双子叶植物分支，其至少独立进化了 9 次，二萜生物碱首先在毛茛科中发生，并且在该科中演化出了最为丰富多样性，尤其以乌头属和翠雀属为核心，这两个属的二萜生物碱数目占到总数的 90% 以上。随后在其他类群中独立演化。通常认为 GGPP ((E,E,E)-geranylgeranyl diphosphate) 是二萜生物碱合成途径上的关键中间体，经 CPS (ent-CPP synthase) 催化形成 ent-CPP (ent-copalyl diphosphate)，再经贝壳杉烷合成酶 (ent-kaurene synthases, KS) 催化形成贝壳杉烷型二萜 (ent-kaurene)，贝壳杉烷氧化酶 (kaurene oxidases, KOX) 催化 ent-kaurene 形成携带醛基 ent-kaurenoic aldehydes 二萜骨架，KOX 可能是驱动二萜生物合成途径进化产生的最为关键的核心基因。携带醛基的二萜在氨基转移酶 (aminotransferases, AT) 作用下发生的氨基化，这是二萜生物碱形成过程中最为关键的环节，实现了从二萜到 C<sub>20</sub>-二萜生物碱质的转变。反应生成的最为原始的 C<sub>20</sub>-纳哌啉 (napelline-type) 型二萜生物碱，是形成乌头属、翠雀属和飞燕草属等植物中二萜生物碱合成的最重要的前体，再经一系列环化酶 (cyclases) 催化的 Wagner-Meerwein 重排和碳正离子环化形成骨架环系程度更为复杂“C<sub>19</sub>-”、“C<sub>18</sub>-”复杂二萜生物碱类型。本研究为二萜生物碱生物活性发现、起源于进化以及生物全合成等研究领域指示了研究方向。相关研究成果以“Structural diversity, bioactivities, and biosynthesis of natural diterpenoid alkaloids”为题在线发表在天然产物国际顶尖评述杂志 Natural Product Reports (大类: Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics 排名第一 (1/146))。该文是继 2010 年 Natural Product Reports 发表有关二萜生物碱综述研究十年后，再次刊发该领域最新研究进展。

#### (4) 杰青项目

杰青项目在学术界已享有很高声誉。2021 年是杰青项目设立 27 年，从设立之初的每年资助 50 人到 2021 年的 314 人，杰青项目从资助力度到覆盖学科数量都有大幅增加，杰青项目的资助成效主要体现在以下方面。

**第一，培养了一批优秀学术带头人。**通过杰青项目资助，培养了一批高水平科学家、具有潜力的青年科技人才，以及有影响力的科研团队。据结题项目统计，通过项目实施共培养博士后 204 人、博士研究生 1050 人、硕士研究生 1020 人。杰青项目学者作为科研领军人才及学术带头人的作用日益凸显，是推动我国基础研究原始创新的重要力量。

**第二，取得了一批原创性研究成果。**通过杰青项目资助，引领了中国前瞻性基础科学发展，不断为科学前沿提供新思路、新方法。项

目负责人作为科研领军人才及学术带头人的作用日益凸显，是推动我国基础研究原始创新的重要力量。在科研奖励方面，共获得国家级奖励数量 36 项，省部级奖励数量 92 项。

**第三，促进了学科发展和影响力提升。**通过杰青项目资助，一批青年学者拓宽了研究领域，承担起学科合作与融合的联络人与协调人角色，集结了一批科研人才队伍，依靠多个学科的协作与综合，建立起一批因交叉与融合而兴起的新学科，并取得了一批前沿成果。2021 年结题的杰青项目于项目执行期间在国际顶级期刊发表了诸多高水平学术论文，发表 SCI 论文 6434 篇，获得国外授权专利 34 项、国内授权专利 1167 项。

**第四，加强了国内外学术交流合作。**通过杰青项目资助，我国青年学者对外交流合作的频率显著增加，在国际学术领域的影响力大幅提升。本年度结题的杰青资助获得者中作国际学术会议特邀报告 455 次，全国性会议特邀报告 486 次。

#### 专栏 4.4 杰青项目典型成果

##### 典型案例 1：我国学者在间充质干细胞成骨分化研究领域取得进展（杰青基金项目 81625015）

南方医科大学白晓春、邹志鹏研究团队发现溶酶体在间充质干细胞多向分化中起重要调控作用。该研究发现，溶酶体的一种亚类——分子伴侣介导的自噬（chaperone mediated autophagy, CMA）溶酶体，通过降解多种阻碍间充质干细胞成骨分化的关键因子，例如 TLE3, ZNF423 和 SOX9 等，可从转录后蛋白组学层面调控间充质干细胞的分化进程，从而平衡间充质干细胞的成骨分化。Vangl2 是平面细胞极性信号通路的关键组分，在极性上皮细胞中定位于质膜。该研究发现，在间充质干细胞中，Vangl2 高度富集于 CMA 溶酶体膜的脂筏中，并同时与组织蛋白酶 A（CTSA）与溶酶体相关膜蛋白 2A（LAMP-2A）锚定于该脂质区域，这一蛋白复合物促进了 LAMP-2A 的降解，从而自我限制 CMA 溶酶体的活性。Vangl2 缺失则导致 CMA 溶酶体的激活，选择性降解上述成骨抑制因子，从而促进间充质干细胞的成骨分化。该研究系统阐述了溶酶体在间充质干细胞多向分化中的关键作用，揭示了 Vangl2 通过 LAMP-2A 信号通路自限 CMA 溶酶体活性的重要功能，还提示通过基因编辑等方法精确控制 Vangl2 的表达及 CMA 溶酶体活性，可能为利用间充质干细胞防治骨质疏松、骨缺损及骨代谢失衡等相关疾病提供潜在治疗靶点。研究成果以“Vangl2 通过调控分子伴侣介导的

自噬平衡间充质干细胞的成骨分化(Vangl2 limits chaperone mediated autophagy to balance osteogenic differentiation in mesenchymal stem cells)”为题，于2021年7月1日在线发表于《发育细胞》(Developmental Cell)。

### 典型案例 2：我国学者在水活化产氢方面取得重要进展（杰青基金项目 21725301）

北京大学马丁课题组与大连理工大学石川和中国科学院大学周武等课题组合作，设计合成了高密度、高分散的原子级 Pt 物种和 $\alpha$ -MoC 组成的界面催化结构，在高效催化水和 CO 产氢方面取得重要进展。该研究团队构建了高密度、高分散的原子级 Pt 物种和 $\alpha$ -MoC 组成的界面催化结构，在近室温至 400°C 的超宽温度区间实现高效水煤气变换（水和 CO 活化）制氢，突破了现有催化剂工作温度区间较高且窄的局限。结合近常压光电子能谱（NAP-XPS）和同位素示踪瞬态动力学分析（TKA）等实验手段，该研究团队直接观察到水分子在 $\alpha$ -MoC 表面解离的路径，首次发现了基于 CO 直接解离步骤的低温协同制氢新路径。同时，原子级 Pt 物种可以促进 CO 的吸附活化，高覆盖度 Pt 物种的存在增强了在 $\alpha$ -MoC 表面解离的水产生的活泼氧物种的快速反应和脱附，可循环催化活性位点，有效地防止 $\alpha$ -MoC 被深度氧化和催化剂失活，从而大幅度提升了 $\alpha$ -MoC 负载的水煤气变换催化剂的反应活性及长效稳定性。Pt/ $\alpha$ -MoC 催化剂突破了美国能源部 2004 年车载燃料电池发展规划所推算的催化活性限值 \$1/kW\$，具有较好的应用前景。该研究工作不仅为氢能经济的推广提供了新的技术选择，而且也为设计高活性、高稳定性的金属催化剂提供了新思路。研究成果以“A stable low-temperature H<sub>2</sub>-production catalyst by crowding Pt on  $\alpha$ -MoC”为题，于 2021 年 1 月 21 日发表在《自然》(Nature) 刊物上。

### 典型案例 3：我国学者与海外合作者在极化激元光学领域取得进展（杰青基金项目 51925203）

华中科技大学李培宁和张新亮教授、国家纳米科学中心戴庆研究员、新加坡国立大学仇成伟教授及纽约州立大学 Andrea Alù 教授组成的联合研究团队在极化激元光学领域取得进展，发现了一种新的声子激元“幽灵”模式。研究团队回归传统晶体材料以求取得突破，通过发挥在样品制备、近场光学表征、电磁仿真计算等方面的优势，在方解石晶体与光轴成一定夹角的晶面上发现了一种新的声子激元“幽灵”模式。该模式具有高光场局域、低传输损耗、强双曲色散等特点，尤其是该模式在晶面法向兼具行波和消逝波的特征，因而可由来自晶体一侧的远场红外光直接激发而无需借助光学天线，这就给声子激元的激发提供了新的途径，为新型红外光子器件的设计带来了便利。该成果一方面革新了此前关于极化激元光场约束能力与其激发效率之间相互制约关系的固有观念，另一方面也说明以方解石为代表的传统光学材料也可能蕴含新现象，其可大规模制备并易于加工的特性有助于声子激元模式在红外光谱传感、超分辨聚焦成像、纳米尺度辐射调控等诸多方面的实际应用。研究成果以“体块各向异性晶体中的幽灵双曲表面极化激元 (Ghost hyperbolic surface polaritons in bulk anisotropic crystals)”为题，于 2021 年 8 月 18 日在线发表于《自然》(Nature) 杂志上。

## **(5) 重点项目**

重点项目面向有潜力的年轻科研骨干，资助开展具有前沿探索性的科研活动。本年度重点项目实施效果和影响主要表现为：

**第一，吸引高端基础研究人才，促进科研人员快速成长。**2021年，新批准资助重点项目740项，项目负责人年龄分布相对集中，在31岁及以上的各年龄段均有分布。其中56-60岁的项目负责人198人，占比26.7%，构成承担重点项目的主力军；46-50岁的项目负责人177人（占比23.9%）；40岁以下的青年项目负责人53人（占比7.2%），占比较少。2021年度重点项目的参与人次达到10353人次，其中博士生3296人次，在项目组成员中占比达到31.8%。

**第二，致力于自主创新，产生显著的经济和社会效益。**重点项目结合我国经济社会发展战略需求，充分发挥自然科学基金在服务国家经济主战场、保障社会稳定发展等方面的基础性作用。重点项目聚焦经济社会发展重大科学问题和关键技术问题，大力推动成果转化和产业化，打破国外技术垄断，引领国内行业发展，取得了显著经济效益及社会效益。

**第三，实现了前瞻性基础研究、引领性原创成果上的重大突破。**重点项目主要资助科学技术人员进行深入、系统的创新性研究，促进学科发展，从而推动若干重要领域或科学前沿取得突破。关注影响长远发展和产业变革的重大科学问题，着眼关键前沿，结合战略需求，兼顾学科发展、基础研究，集成创新资源。充分发挥自然科学基金聚焦科学前沿、推动科技强国发展建设等方面的重要工作。2021年结题的重点项目所获科研奖励颇丰，累计共获国家级奖励数量25项，省部级奖励数量90项。

第四，重视学科交叉与渗透，有效推动学科繁荣发展。2021年新批准资助重点项目740项，覆盖8个科学部，其中资助医学科学部项数最多，达123项，管理科学部最少，为35项。资助学科整体也呈现逐年增加趋势，资助的一级学科申请代码从2001年的67个增长到2021年的118个，占受资助学科代码总量的93.6%。

#### 专栏 4.5 重点项目典型成果

##### 典型案例 1：切削工艺力学多柔性匹配制造技术为我国大飞机研制提供重要支撑（重点项目 11432011、11620101002）

张卫红教授带领西北工业大学空天结构技术团队在自然科学基金（杰青基金项目 10925212，重点项目 11432011、11620101002）等支持下开展了系统深入研究。发现以往工作采用的准刚性切削力模型缺失底刃柔性耦合犁切效应，大切深时精度高、小切深时精度差，难以适用于航空大部件精密制造。为此，团队首创三元柔性切削力精准模型，大幅减少切削力误差，并首次建立了切深参数与刀具参数的匹配优选关系。团队在此基础上发明了大型薄壁结构加工变形的多柔性耦合分析与控制技术、多柔性匹配的切削抑振增效技术。建立了刀具参数与切削参数匹配优化的柔性变形定量控制技术，实现了大型薄壁结构低切削力、保刚度台阶式切削工艺优化，局部附加质量调控、预应力装夹刚度调控、刀具多时滞参数调控的不等齿距与变螺旋角设计，实现了以“多柔性匹配”抑制“多柔性颤振”。相关成果于2021年发表在 *Mechanical Systems and Signal Processing*。

##### 典型案例 2：高海拔宇宙线观测站开启超高能伽马天文学时代（重点项目 11635011）

宇宙线是来自宇宙空间的高能粒子，主要由质子和多种元素的原子核组成，并包含少量电子和光子。自宇宙线被发现100多年来，关于宇宙线的研究已经获得过5次诺贝尔奖，但迄今为止，宇宙线起源仍然是“世纪之谜”。在自然科学基金（重点项目 11635011、国际（地区）合作与交流项目 11761141001、优秀青年科学基金项目 12022502）的资助下，由中国科学院高能物理研究所牵头的高海拔宇宙线观测站（LHAASO）实验国际合作组，通过对高能宇宙线的探测研究，取得了以下主要创新成果。在银河系内发现大量超高能宇宙加速器，并记录到能量达1.4拍电子伏的伽马光子（拍=千万亿），这是人类观测到的最高能量光子，突破了人类对银河系粒子加速的传统认知，开启了“超高能伽马天文学”时代。精确测量了高能天文学标准烛光的亮度，覆盖3.5个量级的能量范围，为超高能伽马光源测定了新标准。观测记录到能量达1.1拍电子伏的伽马光子，由此确定在大约仅为太阳系1/10大小（约5000倍日地距离）的星云核心区内存在能力超强的电子加速器，加速能量达到了人工加速器产生的电子束能量（欧洲核子研究中心大型正负电子对撞机 LEP）的两万倍左右，直逼经典电动力学和理想磁流体力学理论所允许的加速极限。上述研究成果分别以“*Ultrahigh-Energy Photons up to 1.4 Petaelectronvolts from 12  $\gamma$ -Ray Galactic Sources*”为题，于2021年5月17日在 *Nature* 上发表；以“*PeV Gamma-Ray Emission from the Crab Nebular*”为题，于2021

年7月9日在 *Science* 上发表。随着“拍电子伏宇宙加速器”的大量发现，团队进入了超高能伽马射线天文学这一全新的前沿研究领域，并将长期占领领先地位。

### **典型案例 3：智能医疗健康研究为我国公共健康管理提供科学支撑（重点项目 71531007）**

我国面临人口老龄化、慢病患者激增、医疗资源紧缺等重大公共健康管理问题。智能医疗健康是应对上述问题的重要途径，其关键是如何利用智能健康技术提升居民健康模式、改善医患生态、优化医疗资源分布。在自然科学基金（重点项目 71531007、优秀青年科学基金项目 71622002）的资助下，哈尔滨工业大学郭熙铜教授团队从信息系统学科视角，探索智能医疗健康能否解决以及如何解决上述问题，取得如下创新成果。证明移动健康服务在提升糖尿病患者健康状态、降低医疗支出等方面的因果效应，并揭示其产生医学价值和经济价值的内在机制。通过这项研究，参与方能够更好地理解移动健康服务如何促进慢病患者自我健康管理，进而推广和普及移动健康服务。基于“患者-医生合作”范式，构建在线医疗社区的医疗产出理论模型，揭示医生驱动在线医疗社区在缓解医患关系紧张和改善患者健康状态方面的作用机制，为发展“互联网+”医疗和相关政策制定提供实证依据。证明远程医疗有助于促进医疗资源从充裕地区向匮乏地区流动，可有效缓解区域间医疗资源分布不均问题，并揭示线上医疗资源流动会受到空间距离、信息因素（如媒体覆盖）和社会因素（如文化、语言）的限制，为深入理解远程医疗价值和促进其持续发展提供理论依据。上述研究成果于 2021 年发表在 *MIS Quarterly*、*Information Systems Research* 等期刊。研究成果还被应用到慢病患者个性化健康管理服务设计中，有效改善了居民日常健康管理。在此基础上，团队针对基层医疗资源紧缺、医生管理负担重的问题，提出了“智能健康+团体干预”的慢病管理模式（即通过线上线下团体干预、团体活动任务、团体激励帮助居民管理慢病），并应用于湖北省 30 余家基层卫生机构，截至 2021 年 6 月，惠及 3300 余名慢病患者，形成了基于社区服务的“智慧公卫”示范。

## **（6）基础科学中心项目**

基础科学中心项目自实施以来，在提升原始创新能力、吸引和凝聚人才、支撑国家重大需求、推进学科交叉融合和促进国内外学术交流等方面取得了瞩目成效。本年度基础科学中心项目实施效果和影响主要表现为：

**第一，有力提升原始创新能力，产出一批具有重大国际影响的成果。**在基础科学中心项目的资助下，聚焦基础研究领域前沿科学问题，探索取得了一批重大科学成果，形成了较为显著的科学效益。截至 2021 年 12 月 28 日，根据基础科学中心项目批准号在 *Web of Science*

数据库检索获得 SCI/SSCI 论文 6411 篇，其中属于第一标注的 SCI/SSCI 论文 2538 篇，包含 ESI 高被引论文 81 篇。

**第二，吸引和凝聚了一批优秀领军人才，持续加强团队建设。**在 2016-2021 年获资助的 54 名基础科学中心项目负责人中，院士有 48 人，占 88.9%，其中有 39 位是中科院院士，占比 72.2%；9 位是工程院院士，占比 16.7%。从团队成员看，2016-2021 年获资助的 54 个项目中共有 113 名两院院士，259 名杰青项目获得者和 186 名优青项目获得者参与项目。所有项目截至目前已培养了超过 2430 名博士和 2401 名硕士。

**第三，突破一批关键核心技术，有力支撑经济社会发展和国家重大需求。**基础科学中心项目在执行期间，为破解“卡脖子”核心关键技术问题以及保障国家一系列重大工程的成功实施提供了科技支撑，有力推动了经济社会高质量发展。

**第四，推进学科深度交叉融合，发掘学科前沿生长点。**从论文研究领域（以 WOS 中 Research Areas 为参考）来看，2016-2021 年立项的基础科学中心项目共涉及 75 个领域，其中大多数集中在化学（826 篇，32.6%）、材料科学（695 篇，27.4%）、科学与技术-其他主题（560 篇，22.1%）、物理学（528 篇，20.8%）、工程（310 篇，12.2%）等领域。从基础科学中心项目产出论文的跨学科和跨领域整体情况来看，共有 1158 篇论文跨领域，占比 46.7%；共有 1231 篇论文跨学科，占比 48.5%，跨领域和跨学科论文数量占比较高。

**第五，促进国内外学术交流，提高国际认可度和影响力。**通过基础科学中心项目的资助，各项目团队通过举办和参加各类国际国内学术会议、与国内外相关课题组开展合作研究、学术交流访问、邀请国外专家学者讲学等方式广泛开展学术交流与合作，在积极推动国内外

学术资源交流共享的同时，显著提升了我国在国际学术领域影响力。

#### 专栏 4.6 基础科学中心项目典型成果

##### 典型案例 1: BSD 猜想、Langlands 纲领相关研究取得进展 (基础科学中心项目 11688101)

2016 年“流形上的几何、分析和计算”项目在 BSD 猜想、Langlands 纲领相关研究取得多个突破，秩为 0 和 1 时的 BSD 公式是 BSD 猜想研究最好的成果，是对 BSD 研究的实质性贡献，Kazhdan-Mazur 非零假设的相关工作被国际同行称为“孙的突破”。哥伦比亚大学教授 M. Harris 等人在论文中称这个问题的解决使整个关于 L-函数特殊值研究的领域更加引人注目。关于 BSD 猜想的研究被称为是集数十年来发展的几乎所有方法之大成的皇冠性成果，相关工作标志着本项目在 BSD 猜想研究、Langlands 纲领相关研究中处于国际先进地位。

##### 典型案例 2: “能源有序转化”项目颠覆了国际上传统的链式模式 (基础科学中心项目 51888103)

研究原创煤炭在超临界水中完全吸热-还原制氢的新气化原理，以“高效、清洁、低碳、安全、多联产高质价”五位一体的变革模式来解决传统燃煤发电高能耗、高污染、高碳排放问题。创建了以煤炭超临界水气化为核心的制氢耦合超临界 H<sub>2</sub>O/CO<sub>2</sub> 混合工质发电新型热力系统，实现效率远高于燃煤发电的煤炭清洁转化利用和 CO<sub>2</sub> 自然富集，煤电转化效率相对于传统燃煤发电提升 5 个百分点以上。提出太阳能制氢及碳氢燃料的能量流和物质流能量转换理论分析方法，首次建立了太阳能光催化制氢“能源有序转化”数学准则，揭示了光子、催化物质和水分子及二氧化碳分子等相互作用的光化与光物理机制，建立了光-热-电耦合转换理论，原创性地提出了钙-碳链耦合 CO<sub>2</sub> 燃料合成与储能一体化方法和电化学转化方法，构建了超临界水蒸煤-CO<sub>2</sub> 转化串联的新型碳氢循环，研究成果国际领先。

##### 典型案例 3: “动态化学前沿研究”多学科交叉融合 (基础科学中心项目 21688102)

2016 年项目“动态化学前沿研究”在理论化学与光催化科学交叉融合方面，发展了激发态电子结构和普遍适用的非绝热动力学模拟新方法，为复杂化学和生物体系激发态结构和性质的精准高效计算等研究开辟了新途径；针对光化学、光生物和发光材料领域挑战的前沿科学问题，开展了深入系统的理论计算和数值模拟，发现了相对论效应和发光强度之间内在关系。在物理学与化学交叉融合方面，利用可以精确定位的具有中空结构 SPM 微探针进行空间分辨的反应物种取样；基于大连相干光源的可调谐极紫外自由电子激光进行高效/高选择性光电离，采用高灵敏质谱进行反应物种的高效探测，实现高空间分辨扫描化学反应显微成像。在催化剂材料科学与化学动力学交叉融合方面，采用氢原子里德堡标识飞行时间谱-交叉分子束装置在实验上首次探测到催化甲烷无氧活化制烯烃 (MTOAH) 反应过程中产生的氢自由基，深入理解 MTOAH 的反应机理；利用飞秒激光激发的光发射电子显微镜研究二维热电材料的等离激元性质，突破了传统可见光范围等离激元体系通常为金、银等贵金属材料的限制。

## 2. 满意度

对自然科学基金委的管理与服务的满意度调查主要调查申请人对评审意见的认可度、对项目评审公正性的满意度，以及申请人和评审专家对自然科学基金委管理服务的满意度。申请人和评审专家对自然科学基金委的管理与服务满意度总体较高。问卷回收情况见表 4.6。

表 4.6 满意度问卷调查回收情况

调查对象	有效问卷总量（份）	备注
申请人	11709	获得资助 6098 人，占 52.08%； 未获得资助 5611 人，占 47.92%。
评审专家	12652	参加会议评审专家 1367 人，占 10.80%。

2021 年度申请人与评审专家满意度问卷调查结果表明：

（1）获资助申请人对评审意见的认可度和评审公正性的满意度继续保持很高水平。未获资助申请人的认可度和满意度明显低于获资助申请人，都低于 4 分。

（2）获得资助的申请人和未获资助的申请人对自然科学基金委管理与服务的满意度较高，均比上年有提升。评审专家对会议评审和通讯评审满意度也维持在 4 分以上。

自然科学基金 2021 年度的项目申请与评审满意度调查结果，见表 4.7。

表 4.7 服务对象满意度调查结果

满意度	调查结果 (1 到 5 表示满意度从低到高, 1 代表完全不满意, 5 代表非常满意)						
	年份	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年
申请人对项目评审意见的认可度	获资助申请人	4.49	4.51	4.52	4.52	4.55	4.66
	未获资助申请人	3.18	3.24	3.24	3.18	3.17	3.15
申请人对项目评审公正性的满意度	获资助申请人	4.61	4.68	4.59	4.60	4.64	4.63
	未获资助申请人	3.30	3.31	3.01	3.28	3.16	3.21
申请人对自然科学基金委管理与服务的满意度	获资助申请人	4.69	4.67	4.55	4.67	4.72	4.79
	未获资助申请人	4.26	4.16	3.97	4.20	4.19	4.24
评审专家对自然科学基金委管理与服务的满意度	对通讯评审的满意度	4.53	4.56	4.47	4.56	4.58	4.57
	对会议评审的满意度	4.57	4.47	4.49	4.57	4.72	4.67

## 五、主要经验做法及存在问题

### （一）有关经验做法

2021年，自然科学基金委贯彻落实党中央关于加强基础研究的决策部署，按照基金条例相关规定和科学基金系统性改革方案，扎实有序推动各项改革措施进一步落实落地，在优化项目资助与管理、强化学科交叉与原创探索、扩大国际合作与交流等方面形成了若干经验做法。

#### 1.持续系统部署基础研究。

紧密衔接落实国家科技中长期和“十四五”发展规划任务部署，将科学前沿和国家重大需求统筹布局，把解决当前问题与破解长远难题结合起来，加强基础研究系统性部署。

一是深入推进基于基础科学、技术科学、生命与医学、交叉融合四个板块的资助布局改革，印发《基于板块的科学基金资助管理改革试行方案》，从资源配置、组织运行、专家咨询、评审管理等方面提出具体举措，激发分类管理的活力和创造力。二是强化新冠病毒相关领域基础研究。资助“冠状病毒-宿主免疫互作的全景动态机制与干预策略”重大研究计划、“中医药防治病毒性肺炎基础研究”专项项目、“基于冠状病毒感染与致病共性机制的创新药物研究”原创探索计划项目，“新发突发传染病的发生、流行与预警”等重点项目。三是围绕国家重大需求，部署“面向国家碳中和的重大基础科学问题和对策”“氦气等工业特气相关基础科学研究”等专项项目；资助先进核能系统、第三代半导体等领域重大项目52项；大力支持原创科研

仪器与核心部件研制，资助 79 项国家重大科研仪器研制项目。**四是**全面支持各学科领域协调发展。批准资助面上项目 1.94 万项，直接费用 110.87 亿元；加强重点领域部署，资助重点项目 740 项，直接费用 21.52 亿元。**五是**进一步加强与其他科技计划的衔接协同，在重点研发计划任务部署、科学基金重大项目指南编制等方面协同配合。

## **2.不断完善资助与管理工作。**

**一是**明确资助导向。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”四类科学问题属性的分类评审进一步扩大，目前已覆盖 85% 以上的项目申请。**二是**完善评审机制。稳步推进“负责任、讲信誉、计贡献”评审机制改革，试点范围从 2020 年的 10 个扩大到 2021 年的 45 个学科，占全部学科的 36%。**三是**全面实施优化学科布局。按照“源于知识体系逻辑结构、促进知识与应用融通，突出学科交叉融合”的原则，全面实施新申请代码，申请代码体系由三级调整为两级，代码数量由 3542 个缩减至 1389 个，科学性、包容性、引领性得到科技界的广泛认可。**四是**原创探索计划深入推进。鼓励评审管理方式创新，不断优化双盲评审、预申请、评审结果反馈及答复等评审机制，科学遴选具有高风险、颠覆性、非共识等特征的项目，2021 年共批准资助 151 项，其中指南引导类项目 104 项，专家推荐类项目 47 项，资助直接费用约 3.1 亿元。**五是**推进学科交叉研究资助管理改革。成立并启动交叉科学部，面向国家重大战略需求和前沿交叉领域，建立健全面向交叉融合研究的人才、项目资助机制，统筹组织重大研究计划立项，促进多学科对综合性复杂问题的协同攻关。

## **3.大力推动人才资助体系升级。**

一是加大力度支持青年人才成长。青年基金项目资助数量较 2020 年增加近 3000 项，地区基金项目资助数量较 2020 年增加 160 项，优青项目资助强度从 150 万元提高至每项 200 万元。面向交叉科学领域，资助杰青项目 14 项，优青项目 24 项，支持交叉科学人才成长。着力培养学术带头人、研究骨干和研究团队，资助创新研究群体项目 42 项，直接费用 4.14 亿元，资助基础科学中心项目 17 项，直接费用 10.1 亿元。二是加强对优秀研究团队的稳定持续支持，启动首批到期结题验收基础科学中心项目的延续资助。三是吸引培养海外及港澳优秀青年人才，按照中央有关部门部署，按计划完成优秀青年科学基金项目（海外）评审资助工作。面向港澳特别行政区资助优秀青年科学基金项目（港澳）25 项。四是试点实施科技管理专项，培养战略型科技管理人才。

#### **4.积极引导多元投入。**

一是充分发挥指南引导作用。加强能源、航天、电子信息、人口健康等领域的部署力度，聚力解决重大需求背后的关键科学问题，受理联合基金项目申请共 3858 项，择优资助 911 项，直接费用 24.09 亿元。二是平台协同优势持续呈现。2021 年，内蒙古、海南、山东 3 省（区）加入区域创新发展联合基金，国家电网、南方电网、中国石油 3 家企业加入企业创新发展联合基金，与中国国家铁路集团有限公司设立铁路基础研究联合基金，叶企孙科学基金扩大资金规模。三是深化联合基金政策保障研究。会同财政部研究推动企业投入联合基金享受研发费用加计扣除，提高企业投入科学基金的积极性。

#### **5.深入落实“放管服”。**

一是优化项目管理。全面实行无纸化申请，深入推进“一表多用”，

持续强化信息系统对项目申请和初审工作的支撑，减轻科研人员和依托单位负担。**二是**优化资金管理。落实《关于改革完善中央财政科研经费管理的若干意见》精神，会同财政部修订资金管理办法，稳步扩大包干制实施范围，实施简化预算编制、下放预算调剂权、取消结题项目结余资金两年后收回的规定、扩大劳务费开支范围、顶格提高间接费用核定比例等一系列举措，得到广大科研人员的普遍欢迎，极大增强和调动了勇于创新、干事创业的动力。**三是**促进自然科学基金资助成果向应用转化。开放共享 41 万项结题项目信息和 467 万个结题成果，与辽宁省联合举办成果对接活动，促进优秀成果落地转化。开发仪器类项目成果展示平台，对 114 个科研仪器集中展示，促进科研仪器开放共享和成果应用。**四是**持续加强依托单位管理。强化宣传教育和监督管理、探索构建信誉评价机制，不断压实依托单位主体责任。

## **6.持续深化对外开放。**

**一是**积极参与全球科技治理，通过全球研究理事会等国际组织平台和双多边合作机制，与美国、加拿大、英国、德国、日本、以色列、瑞士、瑞典、波兰、荷兰、土耳其、俄罗斯、白俄罗斯等二十余个国家的科研资助机构开展互动交流。**二是**稳定和加强与境外科研资助机构及国际组织的合作，共同支持实质性合作研究和人才交流，共同资助项目 548 项。**三是**启动面向外籍学者的资助工作，拓展实施外国学者研究基金项目，共资助 256 项。**四是**发起“一带一路”可持续发展国际合作科学计划，响应联合国可持续发展目标倡议，支撑“双碳”目标，广泛吸纳国际研究资源，有 18 个国际组织和境外科研资助机构确认参加首轮合作。

## **（二）存在问题**

自然科学基金委在持续深入推进自然科学基金系统性改革，不断优化自然科学基金资助管理方面取得了较为明显的进展，但是还有以下一些值得关注的问题。

### **1.绩效管理工作还需进一步加强。**

全面实施预算绩效管理是推进国家治理体系和治理能力现代化的内在要求，是优化财政资源配置、提升公共服务质量的关键举措，是推动党中央、国务院重大方针政策落地见效的重要保障。自然科学基金委在有效运用绩效手段，提升财政资源配置效率和使用效益方面还存在一定不足，在合理使用绩效评价结果引导自然科学基金资助管理方面尚需进一步加强。主要包括：一是绩效管理制度还不够规范健全，目前自然科学基金委尚未建立完善的绩效管理制度规章；二是绩效管理观念还比较薄弱，部分管理工作尚未开展绩效评价，绩效评价工具手段运用还不够广泛；三是绩效管理指导作用不够充分，在资源共享、统筹协调尤其是在资源配置方面还需进一步提升。

### **2.自然科学基金面向基础研究的定位需进一步突出。**

作为国家支持基础研究的主渠道之一，自然科学基金的一个主要任务是要面向科学前沿加强原始创新，力争在更多领域引领世界科学研究方向，提升我国对人类科学探索的贡献。2021年面上、青年基金、地区基金三类项目为代表的自由探索类项目在自然科学基金总经费中的占比为59.3%，与2020年基本持平，但近年来呈现总体下降趋势，在自然科学基金总体资助经费中，自由探索类项目的比重偏低。自然科学基金委应进一步贯彻落实习近平总书记关于科技创新的

重要指示批示精神及党中央关于加强基础研究的决策部署，深刻认识自然科学基金在国家创新体系中的战略定位，尊重基础研究规律，进一步加强自由探索的科学前沿研究。

### **3.人才资助体系还需进一步优化。**

从2019年开始，在财政部门的大力支持下，杰青项目由每年200项增加到300项左右，优青项目由每年400项增加到600项左右；2021年，青年基金项目资助数量也较2020年增加近3000项。但是当前我国在高端青年科技人才尤其是领军人才上仍有较大缺口，目前杰青项目、优青项目部署数量仍显不足，亟需调整以适应不断变化的科技新局。自然科学基金人才培养体系中的创新研究群体项目、基础科学中心项目资助定位及模式还不够清晰，经过近些年的调整和实践，自然科学基金委应认真总结经验，加快完善基础研究人才资助体系，健全人才培养链条和格局，增强对基础研究人才的全方位培养。

### **4.重大科学问题的凝练机制不够完善。**

自然科学基金委已经通过基于四类问题属性的分类评审，引导广大科研人员提高科学问题的凝练能力，通过专家咨询委员会会议、双清论坛等形式凝练科学问题，作为制定重大类型项目的参考依据。但是，当前世界科研范式正在发生深刻变革，我国基础研究也正由高速发展转向高质量发展，高水平科技自立自强迫切需要实现“卡脖子”关键领域的原始创新重大突破。在此背景下，自然科学基金委贯彻落实“四个面向”要求凝练重大科学问题的主动性、持续性以及相关战略研究的队伍建设仍然需要进一步加强。

### **5.结题项目绩效后评估机制不完善。**

目前面上、青年基金、地区基金等量大面广的项目类型，在结题

时并未设置验收环节，未全面开展结题后评估（仅管理科学部对结题两年的项目持续开展评估），重点、重大、重大研究计划等项目类型在验收结题后，也未开展绩效跟踪评估。后评估机制的不够完善，导致绩效评价“奖优罚劣”的导向作用未能充分发挥。

## 六、有关建议

当前，国际形势正在发生复杂深刻变化，我国基础研究正在由高速发展转向高质量发展，实现高水平科技自立自强和建设世界科技强国迫切需要原始创新取得重大突破。为进一步深入推进自然科学基金系统性改革，在应对重大挑战中实现科研范式转变，围绕自然科学基金资助与管理，提出以下评估建议。

### 1.进一步加强绩效管理工作，健全预算绩效管理体制机制。

为深入贯彻落实党中央、国务院决策部署，自然科学基金委应进一步增强责任感和紧迫感，要把全面实施预算绩效管理作为当前和今后一段时期财政预算工作的重点，确保全面实施预算绩效管理各项改革任务扎实落地。推动构建完整的绩效管理机制和体系，坚持以绩效指导资源配置，加强创新调查，建立定期监测评估和滚动调整机制，不断提高财政资金使用效益。自然科学基金委应根据预算绩效管理工作实际，分析研究存在的问题，制定具体、有针对性、可操作的贯彻落实方案，着力抓重点、补短板、强弱项、提质量，同时建立完善相关管理制度办法，健全预算绩效管理机制，建立上下协调、部门联动的工作格局，确保财政资金安全、高效使用。

### 2.进一步加强自由探索类项目支持力度，适当增加面上项目资助力度。

在基础研究领域，要尊重科学研究灵感瞬间性、方式随意性、路径不确定性的特点，允许科学家自由畅想、大胆假设、认真求证。因此建议自然科学基金委要继续加强支持自由探索的基础研究，尤其是

适当增加面上项目的资助数量，提高面上项目经费在自然科学基金资助总经费中的比重。在重点项目中，建议适当增加自由探索性质的非指定领域项目的比例。

### **3.进一步突出青年人才培养，优化自然科学基金人才资助体系。**

根据党中央和国家相关人才战略的要求，自然科学基金委应继续调整优化人才资助策略，重点围绕重要学科领域和创新方向造就一批世界水平的科学家、科技领军人才、工程师和高水平创新团队，注重培养一线创新人才和青年科技人才，持续优化人才成长环境。目前国家杰出青年科学基金、优秀青年科学基金项目资助效益良好，但资助数量偏低，建议资助数量进一步增加，助推高端人才成长，优化人才资助体系结构；进一步明确创新群体项目和基础科学中心项目定位及相互关系，形成互补互进格局，推进学术高地建设，同时总结近年来的管理经验，不断优化管理模式，完善与健全管理制度。

### **4.进一步加强战略研究队伍建设，提高凝练重大科学问题能力水平。**

在现有工作基础上，可考虑通过联合共建高端智库或以持续项目资助等形式，组建培育自然科学基金发展战略研究队伍，充分发挥国家科技咨询委员会作用，瞄准未来科学前沿，结合经济社会发展和国家安全重大需求，长期主动、持续开展战略研究，提出未来自然科学基金需要聚焦解决的重大科学问题，增强自然科学基金在基础研究领域议题设置能力，为实现我国基础研究从破题突围走向战略引领提供决策参考，为满足我国经济社会发展和国家安全重大需求提供科技创新源头的战略支撑。

## **5.进一步加强结题项目后评估，持续提升财政资金使用效益。**

对不同的项目类型可采用多种手段与方法进行分类后评估。建议总结并推广管理科学部结题后评估管理做法，对面上、青年基金、地区基金等项目类型可采取按1%比例进行抽查的方式，组织专家组开展结题后评估。对重点、重大等项目类型可抽取一定比例项目委托专业机构开展结题后评估。绩效后评估的结果可作为后续项目能否获得资助的重要参考依据。

## **6.进一步加强改革成效总结评估，推动自然科学基金系统性改革举措全面扎实落地。**

加强对已有改革成效和经验的总结评估，及时总结凝练经验做法，形成可复制、可推广的政策措施；针对改革落实中存在的难点，以及推进过程中出现的新情况，科学、客观、深入分析原因，根据需要适时出台针对性措施，不断优化提升自然科学基金系统性改革的整体效能，择机开展面向自然科学基金整体的绩效评价。