

· 管理纵横 ·

# 国家自然科学基金重大项目绩效评价 探析及政策思考

冯 勇<sup>1</sup> 谢焕璞<sup>1</sup> 蔡乾和<sup>2\*</sup> 苑 怡<sup>3</sup> 邢怀滨<sup>3</sup> 田德录<sup>3</sup>

1. 国家自然科学基金委员会, 北京 100085
2. 华北理工大学, 唐山 063210
3. 科技部 科技评估中心, 北京 100081

**[摘要]** 国家自然科学基金重大项目是围绕“四个面向”重大科学问题而开展的多学科交叉和综合性基础研究,在提升我国基础研究源头创新能力、推动科技与经济的深度融合等方面具有重要作用和意义。为适应当前深化国家自然科学基金体系改革的绩效评价要求,本文立足于重大项目的战略定位,以2019年度重大项目为对象,通过案卷研究、定量评价以及专家咨询等方法,对重大项目资助与管理绩效进行分析与评价,并提出几点政策性思考。

**[关键词]** 重大项目;绩效评价;战略定位;项目管理;政策思考

国家自然科学基金重大项目(以下简称“重大项目”)旨在面向科学前沿,面向国家经济、社会及国家安全的重大科学问题,超前部署,开展多学科交叉研究和综合性研究,充分发挥支撑与引领作用,提升我国基础研究源头创新能力<sup>[1]</sup>。重大项目作为国家自然科学基金委员会(以下简称“自然科学基金委”)最早设立的重要资助类型之一,通过三十多年的项目资助,取得了一大批项目研究成果,为支撑我国经济社会可持续发展、提升我国基础研究源头创新能力发挥了重要作用<sup>[2]</sup>。在支撑“两个一百年”奋斗目标以及新的科技发展趋势下,如何评价重大项目在面向科学前沿、促进学科交叉、以及支撑引领作用等方面的绩效,将对新时代科学基金体系改革、优化重大项目管理、提高重大项目资助效能具有重要意义。

评价重大项目在支撑和引领我国经济社会可持续发展中的作用,是不断提高和完善科学基金管理效能,实现新时代科学基金制改革与创新的重要任务之一。自然科学基金委非常重视绩效评价工作,至今初步建立了涵盖项目、人才、工具等资助系列的常态化绩效评价机制。2019年,自然科学基金委启



蔡乾和 华北理工大学马克思主义学院副教授,博士,主要研究领域为科技评价与创新政策、马克思主义中国化理论。



冯勇 国家自然科学基金委员会工程师,主要研究领域为科技管理、科技活动绩效评价等。

动了重大项目的绩效评价工作,初步探索重大项目绩效评价的方法、路径与模式。从国内相关研究现状看,目前主要有面向国家自然科学基金(以下简称“科学基金”)各类项目的绩效评价指标体系<sup>[3]</sup>、特定评价方法<sup>[4, 5]</sup>以及质量管理体系<sup>[6]</sup>的研究,包括对科学基金某一学科领域重大项目资助成效的回顾性分析<sup>[7]</sup>等,尚无专门针对重大项目绩效评价的研究成果。本文立足于重大项目的战略定位,从“投入、过程、产出、效果(含满意度)”等方面确立绩效评价目

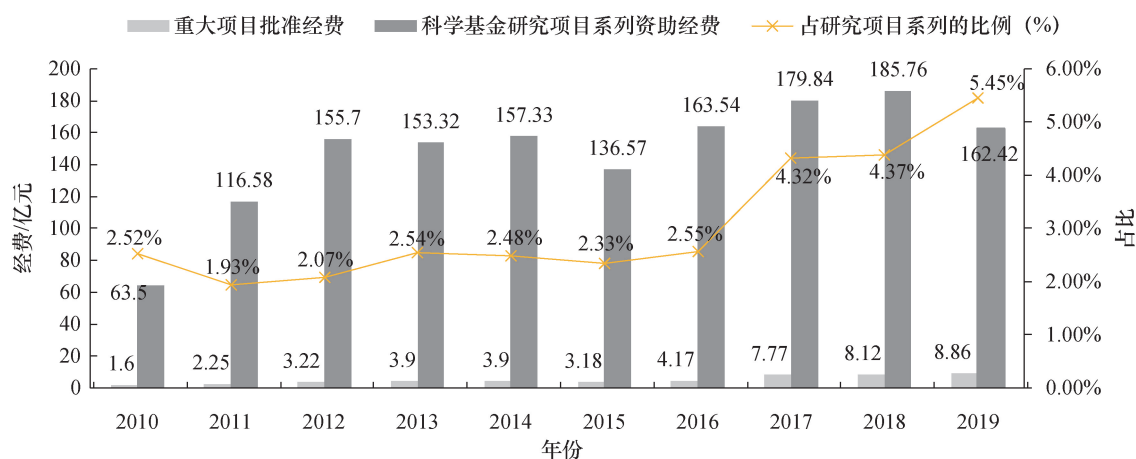


图1 近10年重大项目批准经费及其占研究项目系列资助经费的比例

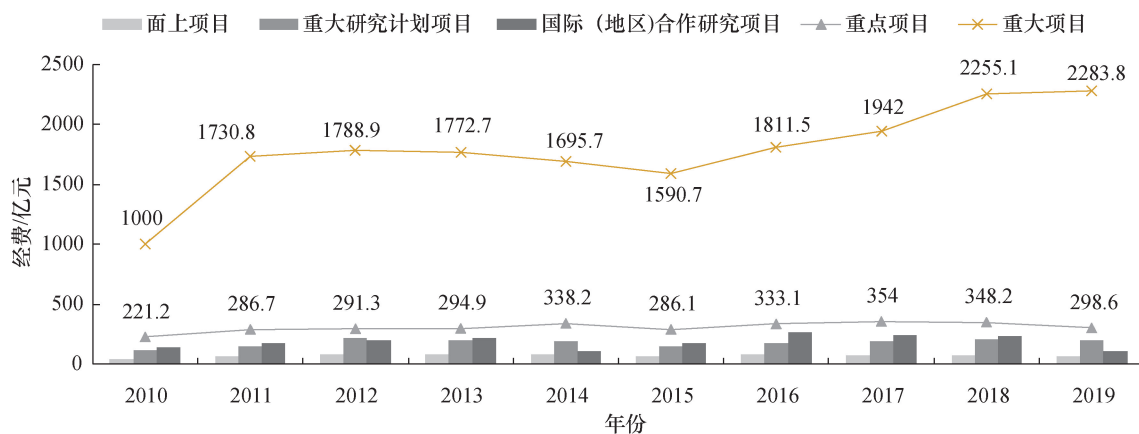


图2 近10年重大项目年均资助强度及同研究项目系列比较

标,以2019年度结题的重大项目为例,对重大项目管理绩效与资助成效进行评价分析,并提出几点政策性思考。

## 1 重大项目资助概述

### 1.1 1987—2019年资助总体情况

重大项目自设立以来,其资助项目数、课题数、参与单位数、参与人数以及资助强度等经过了数次调整。总体上,年度资助量稳中有增,“十一五”以来资助强度增幅较大。据统计<sup>①</sup>,1987—2019年,科学基金资助重大项目数共516项,课题数共2516个,资助经费总额超过54亿元。其中,2019年科学基金资助重大项目46项,包括201个课题,资助经费共10.51亿元。

### 1.2 项目资助重要特征

(1) 在研究项目系列中,重大项目资助经费数

所占的比例稳中有升。据近10年的数据统计(见图1),“十二五”时期占比相对平稳,“十三五”时期有明显上升,其中,2019年这一比例提高到5.45%。

(2) 重大项目资助强度是研究项目系列最大的资助类型,年均资助强度有较明显的起伏。据对近10年的数据统计(见图2),重大项目年均资助强度在2010年和2015年有明显起伏。这与资助经费变化有关,2011年项目经费大幅度上调,由原来的1000万元/项提高至1500万~2000万元/项;2015年则是部分项目实际资助数低于1500万元,使得年均资助强度略低。

(3) 项目数在学科领域的分布呈局部均衡。据统计(见表1),1987年以来,数理、化学、生命、地球等科学部资助的项目数相差不大,生命科学平均资助强度相对较低;管理、医学等科学部因设立较晚,项目数相对较少,但医学科学部平均资助强度较高。

<sup>①</sup> 说明:本文涉及重大项目资助数、经费数等数据来源于科学基金《年度报告》《国家自然科学基金重大项目简介》(1987—2000年)。

表1 1987—2019年重大项目数、经费数及平均  
资助强度按科学部分布

科学部	项目数 (项)	直接经费 (万元)	平均资助强度 (万元)
数理	77	77 615.3	1 008.0
化学	80	89 926.0	1 124.1
生命	80	69 602.0	870.0
地球	78	87 787.2	1 125.5
工程与材料	83	82 927.6	1 077.0
信息	71	78 068.9	1 099.6
管理	21	13 051.8	621.5
医学	26	41 815.2	1 608.3
合计	516	540 793.9	—

(4) 承担重大项目的研究团队基本上代表了国家队水平。从依托单位看,国内一流重点大学和中科院科研院所是重大项目的依托阵地,代表了国家高水平(甚至国际一流)的机构实力。1987—2018年,承担重大项目的依托单位共有231家,清华大学、北京大学、复旦大学、南京大学、中国科学技术大学、浙江大学、中国科学院科研院所(如物理所、化学所、地球物理所、微生物所等)在项目数、课题数或经费数等排名前列。从项目主持人或课题负责人来看,半数以上是本领域卓越、领军人才,且有一半以上是该领域的院士,代表了国家顶尖水平。据统计,1987—2018年,承担重大项目的两院院士共有284人,占总人数的53.9%。其中,中国科学院院士219人,工程院院士65人。

## 2 基于战略定位的重大项目绩效评价目标

### 2.1 重大项目的战略定位

面向科学前沿与国家需求,促进学科交叉与融合,解决经济社会“卡脖子”技术背后的关键科学问题,是重大项目三大主要资助战略。1986年,为落实“科学基金工作必须贯彻面向经济建设的战略方针”<sup>①</sup>,自然科学基金委在化学科学部率先组织重大项目论证与评审试点,提出了“一代表、两重大、三横跨”的战略要求,即代表国家水平的研究团队;对学科发展和国民经济意义重大;进行跨学科、跨部门、跨单位的合作研究。21世纪以来,科学基金在历次

的五年规划中,结合国家经济结构的战略性调整、创新型国家建设目标和新一轮科技革命正在蓄势的新形势、新变化,积极部署,从“国家经济发展急需解决的重大科技问题”“为国家宏观决策提供依据的科学数据积累等基础性工作”和“通过面上、重点等项目多年积累并可望取得突破的重大科学问题”等方面进行资助<sup>[8]</sup>。目前,自然科学基金委正在积极探索成果应用贯通机制,推进科学基金资助成果的转移转化,进一步强化重大项目对接国家需求、支撑引领经济社会发展的战略定位。

### 2.2 重大项目绩效评价目标设定

在梳理我国科学基金绩效评价的研究与实践基础上,结合科学基金深化改革要求,借鉴新公共管理理论原则下的基金项目绩效评价指标体系设计<sup>[3]</sup>,本文以2019年度重大项目为对象<sup>②</sup>,主要从产出、效益(成效)和服务对象满意度等方面(包括10个二级指标)来设定绩效评价目标(表2)。

产出指标包括产出数量、产出质量和产出时效三方面,包含资助项目数、结题项目数、项目实施质量良好率、结题优秀合格率、按期申请和立项率、按期结题率等。项目实施质量以18个中期检查项目为抽样,由同行专家评价项目实施过程质量,并统计质量良好率。项目结题合格率以22个2019年度结题项目为抽样,由同行专家评价项目达标率。

效益指标是重大项目资助产生的效果和可持续影响指标。包含对原始创新水平和服务经济社会发展需求的作用和潜力的评价。原始创新水平指标主要由基金委组织邀请若干名有宏观战略视野、学术影响力高的同行专家,对结题项目成果的原创性、成果水平、服务经济社会发展需求的作用和潜力等进行综合判断,并按专家咨询评价表逐项打分,形成专家意见。指标值设定70分以上为完成值。此外,通过案卷研究、定量分析、典型案例等方式分析重大项目资助成效作为有效补充。

满意度指标主要调查重大项目申请人(包括获得资助和未获得资助)、项目评审专家对评审意见、评审公正性、重大项目管理、自然科学基金委管理与服务等方面的满意程度。以在线匿名填写调查问卷的形式实施,按1~5分表示满意度从低到高进行评价。

① 国家自然科学基金委员会一届一次全委会报告。

② 重大项目资助期一般是5年。本次绩效评价对象涵盖的2019年度重大项目包括:2014—2018年批准资助的在研项目共142项,2013年批准资助应结题项目22项,2019年新批项目46项。

### 3 重大项目 2019 年度管理绩效与资助成效

#### 3.1 2019 年度总体绩效

(1) 绩效指标总体完成较好。通过定量评价、专家评价、满意度调查发现,2019 年度科学基金重大项目在产出、效益、满意度三个方面的绩效目标均已按期完成或实现(详见表 2)。其中,专家对重大项目源头创新能力提升和服务经济社会发展需求的作用和潜力评价较好;评审专家满意度和获资助申请人满意度较高。

(2) 过程管理总体符合规范。重大项目立项管理相对独立,可与其他资助类型的集中期不一致。在程序上一般要经过以下流程:公开征集项目建议并确定立项领域、制定与发布项目指南、申请与受理、项目评审、立项并实施。

根据对各科学部年度项目申请受理工作总结分析,2019 年,重大项目共受理申请 451 项。其中,生命科学部、地球科学部、医学科学部的课题申请量与受理量大幅增加,分别是指南公布立项数的 1.72 倍、2.37 倍和 2.58 倍。从组织情况看,化学科学部等在集中期开展了组织申请、受理和通讯评审工作。

在项目组织实施阶段,立项后的重大项目实行项目负责人和课题负责人负责制,分工负责推进项目研究计划、组织开展研究、汇报年度进展、中期评估、结题验收、资金决算与财务验收等工作。据不完全统计,截至 2020 年 1 月,近 20 个重大项目开展了项目年度进展和中期检查会。结果表明这些项目总体实施质量良好,均取得了较好的预期成果,年度进展比较顺利,中期检查项目获得良好及以上评价的比例达到 100%。从项目验收与结题管理情况看,2019 年度按期结题的 22 个项目都完成了既定目标任务,经自然科学基金委结题评审予以结题,结题完成率达到 100%,结题项目均合格。从资金拨付与使用管理情况看,根据对 2019 年度结题项目资金拨付情况调查,所有项目的资金都能按时拨付,项目资金使用都能按照重大项目资金管理办法执行,总体上较为规范。此外,通过专家咨询发现,重大项目立项后,过程管理由各学部自行开展,尚未制定统一的项目实施质量评价标准和结项综合绩效评价规范。

#### 3.2 2019 年度项目资助成效分析

(1) 高能物理学、化学、生命科学等前沿领域取得重大突破,源头创新能力显著增强。

据统计,2019 年度重大项目取得重大进展与突

破的成果有 53 项。其中,有 42 项在研项目取得重大进展,有 11 项结题项目取得重大突破。受科学基金重大项目独立资助的有 5 项。例如,中国科学院高能物理研究所在重大项目的持续支持下,经过多年研究,在国际上率先发现了新的中微子振荡模式并精确测定其振荡概率,引领中微子物理研究进入精确测量时代。暨南大学、中国医学科学院等合作团队在重点项目和重大项目的支持下,在造血干细胞发育调控领域取得重大突破,首次揭示了造血干细胞发育全程的单细胞长链非编码 RNA(lncRNA)动态表达图谱,为发育和再生研究提供了基础性数据和参考。此外,在材料拓扑学、材料物理、分子碰撞传能动力学、光化学、生物催化、蛋白质、极地研究、视神经生物学、肿瘤免疫等前沿领域取得一批重大突破成果,源头创新能力不断增强。

(2) 促进学科内、学科间交叉和综合研究,协同创新能力不断提升。

对 2019 年度在研和结题重大项目申请代码的学科分析发现,项目研究主要以学科内不同方向领域的交叉为主,少数项目进行了学科间交叉、多学科综合研究。据统计,142 项在研重大项目覆盖一级学科申请代码 26 个,二级学科申请代码 68 个,三级学科申请代码 36 个。对照申请代码对应的学科名称发现,二级或三级学科交叉的项目研究较多,如高分子物理化学、量子光学与量子信息、工程热物理相关交叉领域等;有部分项目进行学科间交叉研究,如地球化学、物理生物学、化学与生物传感等,综合研究的重大项目涵盖的学科有结构工程、海洋工程等。从 22 个结题项目的相应情况看,有 19 项(占结题项目总数的 86.4%)属于学科内交叉研究,其余 3 项主要体现学科间交叉。

根据对 2019 年度结题项目的案卷分析发现,重大项目主要通过课题内容设计上的横向、纵向或横向一纵向交叉联系来划分协同研究任务,组建跨单位、跨学科的合作研究团队进行协同创新。例如,“非常规油气勘探与开发地球物理基础理论与方法研究”项目,依托单位西安交通大学依据在研究内容上的横向一纵向交叉联系设置了 5 个课题,联合西北大学、清华大学、厦门大学和中国科学院地质与地球物理研究所等研究团队,协同合作开展多学科交叉研究,解决了非常规油气勘探与开发领域“准确预测非常规油气富集有利区(甜点)和表征压裂过程非常规油气运移状态”两个关键问题。

表 2 2019 年度重大项目绩效指标完成情况

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	资助项目数量	30 项	完成。本年度立项资助 46 项。
	数量指标	结题项目数量	20 项	完成。结题(2013 年批准)项目数 22 项。
	质量指标	项目实施过程质量良好率	≥75%	完成。2016 年批准的 18 个项目中期检查良好率为 100%。
	质量指标	项目结题合格率	≥90%	完成。2013 年批准的 22 个结题项目合格率为 100%。
	时效指标	按期申请和立项率	≥95%	完成目标。100%按期完成。
	时效指标	按期结题率	≥90%	完成目标。2013 年批准项目按期结题率为 100%。
效益	可持续影响指标	原始创新水平	≥70 分(满分 100 分)	完成目标。专家评价打分为 86.5 分。
	可持续发展影响指标	服务经济社会发展需求的作用和潜力	≥70 分(满分 100 分)	完成目标。专家评价打分为 88.5 分。
满意度	满意度指标	评审专家满意度	>4 分(满分为 5 分)	完成。评审专家满意度为 4.56。
	满意度指标	申请人满意度	>4 分(满分为 5 分)	完成。本年度获资助的重大项目申请人问卷,满意度评价为 4.48 分。

(3) 面向行业发展需求解决了一批“卡脖子”技术背后的关键科学问题。

2019 年度在研和结题的重大项目研究取得一批重要成果,解决了我国行业领域(如高端装备/零部件制造、新材料制备、新能源利用等)“卡脖子”技术背后的关键科学问题。例如,“材料界面的亚埃尺度结构和材料性能”研究团队在微小的尺度上对纳米孪晶铜的力学性能做出了科学解释,在原子尺度上解释了加入贵金属元素(如铼、钨)改善“蠕变”性能的机理,通过阻碍微观结构变化防止“蠕变”发生进而强化合金的作用,为解决航空发动机叶片制造中的“卡脖子”技术问题提供了科学支撑;“金属玻璃材料抗老化研究”面向高速动能武器材料、高性能空间防护材料等国家需求,首次在实验上实现了一种典型金属玻璃在超快时间尺度内结构的极端年轻化,使实现金属玻璃结构年轻化的时间尺度提高了至少 10 个数量级;“具有高电催化活性的 sp<sup>2</sup>-N 掺杂的碳材料制备”研究团队解决了燃料电池、金属空气电池等的关键材料制备相关的重大科学问题,为有效降低电池成本、促进高性能电池的商业化提供了科学支撑。

#### 4 重大项目资助与管理的政策思考

随着新一轮科技革命与产业革命的酝酿与兴起,基于海量数据分析的 e-Science 模式正在催生新的科研范式变革<sup>[9]</sup>。科研范式变革,必定会带来科研思维方式、行为方式和组织方式的相应变革。重大项目作为面向科学前沿与国家需求、支撑和引领

经济社会可持续发展的重要资助工具,如何通过思维方式、行为方式和组织方式等的变革与创新,优化资助管理,提高资助效能,适应当今学科交叉融合的大趋势,支撑国家需求的重大科学问题研究是一个重要课题。结合上述绩效评价发现,提出如下几点政策思考:

(1) 完善重大科学问题凝练机制和项目指南形成与引导机制。坚持“自下而上”与“自上而下”相结合,探索科学问题来源的不同渠道,对不同学科领域的重大科学问题在“自下而上”公开征集项目建议基础上,组织相关领域顶尖专家进行“会诊”,甄别遴选、“会商”并凝练出关键科学问题。特别地,对于面向产业技术需求的项目建议,邀请行业龙头企业、技术专家积极参与,共同凝练“瓶颈技术”背后的关键科学问题,并针对关键科学问题开展多学科专家研讨,形成课题内容设置的“指引性”意见(避免项目建议团队“一家之言”的独占性),提高项目指南的包容性;另一方面,以科学部专家基金咨询委员会为“战略主体”,各科学部为组织主体,结合“自下而上”形成的“指引性”意见,顶层设计,“自上而下”形成项目指南设计与课题内容设置的“引导”机制。同时注意加强重大项目与科学基金其他重大项目类型(如重大研究计划、重大仪器研制专项)、国家重点研发计划等在重大任务部署、重点领域/方向的协同衔接与统筹协调。

(2) 引入或加强项目申请与评审环节的公平竞争,完善重大项目立项机制。按项目指南的课题指引,试点以课题申请代替项目整体申请,完善项目申

请机制;在评审环节,在同一项目不同课题申请者之间进行专家联合评审,遴选不同课题的最优研究团队,按照解决关键科学问题的预期目标进行项目整合(避免项目召集人因曾经的合作关系进行的临时“拼盘”现象)后予以立项。

(3) 完善重大项目实施过程管理、成果管理及成果转化应用评价机制。建立重大项目合作研究与交流信息公开平台,强化项目依托单位管理主体责任,督促项目课题研究团队,定期对外发布项目年度进展、中期检查、结题验收等情况信息,实现项目实施过程管理信息化;破除制度性约束(如依托单位职务科技成果的独占性),探索项目课题间研究成果分享、知识产权共享、利益同享机制,激励项目各课题间的组织协调与协同攻关;加强重大项目研究成果的分类评价,组织制定成果分类管理与评价的标准和规范,实施转化应用成果统计制度,强化项目成果的转化应用评价;探索建立面向需求的基础研究、技术创新和工程应用的“产业链式”互动关系,优化成果转化机制和成果应用贯通机制,提高创新效率。

## 参 考 文 献

- [1] 国家自然科学基金委员会. 2019 年度报告. [2021-03-01]. <http://www.nsf.gov.cn/publish/portal0/ndbg/2019/02/info78251.htm>.
- [2] 李静海. 国家自然科学基金支持我国基础研究的回顾与展望. 中国科学院院刊, 2018, 33(4): 390—395.
- [3] 王力. 自然科学基金项目绩效评价指标体系构建. 中国科技信息, 2017(S1): 126—128, 130.
- [4] 杜元伟, 王素素. 基于 DEMATEL-模糊综合评判的科学基金项目绩效评价方法. 中国科学基金, 2018, 32(2): 161—169.
- [5] 陈波, 朱卫东. 基于证据理论的科学基金项目绩效评估方法研究. 中国科技论坛, 2009(7): 35—39.
- [6] 罗骏, 周小丁, 刘力玮, 等. 国家自然科学基金项目绩效评价的质量管理体系实现探讨. 中国科学基金, 2017, 31(5): 475—480.
- [7] 王国彪. 国家自然科学基金工程与材料领域重大项目回顾与体会. 中国科学基金, 2018, 32(5): 511—519.
- [8] 王岐东, 何鸣鸿, 孟宪平, 等. 国家自然科学基金“十五”重大项目实施情况的分析. 中国科学基金, 2007, 21(4): 231—234.
- [9] 郎杨琴, 孔丽华. 科学研究的第四范式 吉姆·格雷的报告 “e-Science: 一种科研模式的变革”简介. 科研信息化技术与应用, 2010, 1(2): 92—94.

## Performance Evaluation of Major Projects of National Natural Science Foundation of China Based on Strategic Positioning and Policy Thinking

Feng Yong<sup>1</sup>   Xie Huanying<sup>1</sup>   Cai Qianhe<sup>2\*</sup>   Yuan Yi<sup>3</sup>   Xing Huaibin<sup>3</sup>   Tian Delu<sup>3</sup>

1. National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085

2. North China University of Science and Technology, Tangshan 063210

3. National Center for Science & Technology Evaluation, Beijing 100081

**Abstract** The Major projects of National Natural Science Foundation of China are interdisciplinary and comprehensive basic research focusing on the major scientific issues of “four orientations”, which play an important role and significance in improving the Source innovation ability of China’s basic research and promoting the deep integration of science and technology and economy. Based on the current performance evaluation requirements of deepening the reform of National Natural Science Foundation of China system, this paper focuses on the strategic positioning of major projects, takes major projects in 2019 as the object, analyzes and evaluates the funding and management performance of major projects through file research, quantitative evaluation and expert consultation, and puts forward some policy considerations.

**Keywords** major projects; strategic positioning; performance evaluation; projects management; policy considerations

(责任编辑 姜钧译)

\* Corresponding Author, Email: caiqianhe@126.com