

2021 年度矿业与冶金工程学科国家自然科学基金管理工作综述

苗鸿雁[✉], 李航宇, 徐龙华, 娄金福, 李晨晓, 高军恒

国家自然科学基金委员会工程与材料科学部矿业与冶金工程学科, 北京 100085

✉通信作者, E-mail: miaohy@nsfc.gov.cn

摘 要 总结了 2021 年度国家自然科学基金委员会工程与材料科学部矿业与冶金工程学科科学基金项目的申请、评审和资助情况, 以及科学基金项目的结题审查和中期检查情况, 介绍了学科发展战略调研的相关工作, 并对学科下一步的工作进行了展望。

关键词 矿业与冶金工程学科; 国家自然科学基金; 科学基金改革; 申请与评审; 基金管理

分类号 TD-0;TE0;TF0

A review of the management of the mining and metallurgical engineering discipline of the NSFC in 2021

MIAO Hong-yan[✉], LI Hang-yu, XU Long-hua, LOU Jin-fu, LI Chen-xiao, GAO Jun-heng

Mining and Metallurgical Engineering Discipline, Department of Engineering and Materials Science, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085, China

✉ Corresponding author, E-mail: miaohy@nsfc.gov.cn

ABSTRACT This paper summarized the application, review, and award of research funding in the Mining and Metallurgical Engineering discipline at the Department of Engineering and Materials Science of the National Natural Science Foundation of China in 2021, as well as the final review and mid-term inspection of relevant projects. This paper also introduced the development strategy of the discipline and proposed the next steps for continuous improvement.

KEY WORDS mining and metallurgical engineering; National Natural Science Foundation of China; reform of scientific fund; application and review; scientific fund management

2021 年是我国开启全面建设社会主义现代化国家新征程、向创新型国家前列目标迈进的起步之年^[1]。国家自然科学基金委员会(下文简称“自然科学基金委”)工程与材料科学部矿业与冶金工程学科(以下简称“E04 学科”)贯彻落实党的十九大和十九届二中、三中、四中、五中、六中全会精神, 根据科学基金深化改革要求, 坚持“四个面向”, 在巩固科学基金优化学科布局第一阶段改革成果的基础上, 全面实施新的申请代码, 并持续深

化基于四类科学问题属性的分类评审、实施“负责任、讲信誉、计贡献”(RCC)评审机制等改革措施^[2], 顺利完成了各项工作。

矿业与冶金工程学科(E04)内涵丰富, 资助范围广, 主要资助油气与固体矿床开采、安全科学与工程、矿物工程与物质分离科学、冶金与材料制备加工、资源循环利用与生态环境等领域的基础研究。自 2020 年 E04 学科二级申请代码由 22 个调整为 15 个, 并且取消了三级代码。本文系统总结

了 E04 学科石油工程(对应二级代码 E0401、E0402 和 E0403)、矿业工程(E0404、E0405、E0406、E0407 和 E0409)、安全科学与工程(E0408)和冶金与材料加工工程(E0410、E0411、E0412、E0413、E0414 和 E0415)4 大领域的 2021 年度国家自然科学基金项目的申请与资助情况。

表 1 2021 年度 E04 学科基金项目申请与资助概况

Table 1 Overview of the proposal and award statistics of the E04 discipline in 2021

项目类别 Categories	申请项数 No. of applications	资助项数 No. of awards	资助率/% Award rate/%	资助经费/(万元) Funds granted/(10 ⁴ ¥)	平均资助经费/(万元) Average/(10 ⁴ ¥)
面上项目 General Program	2589	391	15.10	22719	58.1
青年基金 Young Scholar Program	2340	406	17.35	12130	29.9
地区科学基金 Program for Less Developed Regions	344	50	14.53	1765	35.3
优秀青年科学基金 Funds for Excellent Young Scholars	136	10	7.35	2000	200
重点项目 Major Program	79	11	13.92	3300	300
杰出青年科学基金 Funds for Distinguished Young Scholars	58	5	8.62	2000	400
其他项目 Other programs	228	46	20.17	11708.12	254.5

1.1 面上、青年和地区基金

2021 年度, E04 学科接收面上项目(面上)、青年科学基金(青年)和地区科学基金(地区)三类项

1 项目申请和资助概况

2021 年度, E04 学科共接收各类项目申请 5774 项, 与 2020 年相比, 增加 539 项, 增幅为 10.30%。按照规定程序, 经过严格评审, 学科共资助各类项目 919 项, 资助直接费用总计 55622.12 万元。学科的项目申请与资助情况见表 1。

目 5273 项(表 2), 较 2020 年度增加了 538 项, 增幅 11.36%。其中面上、青年和地区基金分别较去年增加 10.36%、13.65%、4.24%, 具体情况见表 2。

表 2 2021 年和 2020 年矿业与冶金工程学科基金项目申请受理对比

Table 2 Comparison of the proposal applications of the E04 Discipline in 2021 and 2020

资助类别 Categories	2021 年申请数量(项) No. of applications in 2021	2020 年申请数量(项) No. of applications in 2020	变化情况(项) Variations No. of applications
面上项目 General Program	2589	2346	+243
青年基金 Young Scholar Program	2340	2059	+281
地区基金 Program for Less Developed Regions	344	330	+14
合计 Total	5273	4735	+538

2021 年所有项目采用了无纸化申请, 经严格审查后, 学科共有 27 项面上、青年和地区基金项目未通过形式审查, 约占申请总数的 0.51%。其中, 面上项目 18 项, 青年科学基金 7 项, 地区科学基金 2 项。形式审查未通过的主要原因包括: 研究期限不符合指南要求、申请人或参与人简历不全(无导师信息)、在职研究生无导师同意函。少数初筛未通过项目同时包含上述几条原因。

2021 年申请项目在各研究领域的分布数量如表 3 所示, 其中安全科学与工程(E0408)申请数量最多, 达 884 项, 占申请总数的 16.76%。其他研究

热点领域依次为: 矿山开采工程(E0405, 569 项, 占比 10.79%)、矿物工程与物质分离(E0409, 547 项, 占比 10.37%)、油气开采(E0402, 528 项, 占比 10.01%)、矿山开采基础理论(E0404, 443 项, 占比 8.40%)。矿山修复工程(E0407)为学科新设二级代码, 申请量仅 97 项, 占比仅为 1.84%。其他二级代码申请量较为稳定。

2021 年共有 471 个教学、科研和生产单位在本学科申报面上、青年和地区科学基金项目。申报数量排名前 10 位的依托单位项目申请情况见表 4。与 2020 年相比, 申请量增幅最大的是煤炭科

表3 2021 年矿业与冶金工程学科各个二级代码面青地基金项目申请数量及占比

Table 3 Statistics of the tier-2 sub-domains of the General Program, Young Scholar Program, and Program for Less Developed Regions in 2021

二级代码 Codes of tier-2 sub-domains	二级代码名称 Names of tier-2 sub-domains	申请量 No. of applications	占比/% Ratios/%
E0401	油气井工程 Oil-Gas Well Engineering	220	4.17
E0402	油气开采 Oil and Gas Production	528	10.01
E0403	油气储存与输送 Storage and Transportation of Oil and Gas	170	3.22
E0404	矿山开采基础理论 Basic Theory of Mining	443	8.40
E0405	矿山开采工程 Mining Engineering	569	10.79
E0406	智能矿山(新增) Intelligent Mine (new)	234	4.44
E0407	矿山修复工程 Mine Restoration Engineering	97	1.84
E0408	安全科学与工程 Safety Science and Engineering	884	16.76
E0409	矿物工程与物质分离 Mining Engineering and Separation of Substances	547	10.37
E0410	冶金物理化学与冶金原理 Metallurgical Physical Chemistry and Principles of Metallurgy	289	5.48
E0411	钢铁冶金 Ferrous Metallurgy	321	6.09
E0412	有色金属冶金 Non-ferrous Metals Metallurgy	208	3.94
E0413	粉末冶金与粉体工程 Powder Metallurgy and Powder Engineering	152	2.88
E0414	材料冶金加工 Materials Processing Engineering and Metallurgy	357	6.77
E0415	资源循环利用 Resource Recycling	254	4.82
合计 Total		5273	100

表4 项目申请数量排名前 10 位的依托单位申请情况

Table 4 Top 10 institutions in terms of the number of proposal applications

排名 Ranking	依托单位 Constitutions	项目申请数量 No. of applications		变化率/% Rate of change/%
		2021	2020	
1	中国矿业大学 China University of Mining and Technology	184	219	-15.98
2	中南大学 Central South University	177	148	19.59
3	煤炭科学技术研究院有限公司 China Coal Research Institute	172	95	81.05
4	东北大学 Northeastern University	160	155	3.23
5	北京科技大学 University of Science and Technology Beijing	153	127	20.47
6	西南石油大学 Southwest Petroleum University	153	122	25.41
7	西安科技大学 Xi'an University of Science and Technology	149	149	0
8	昆明理工大学 Kunming University of Science and Technology	124	102	21.57
9	中煤科工集团重庆研究院有限公司 CCTEG Chongqing Research Institute	118	16	637.50
10	山东科技大学 Shandong University of Science and Technology	114	118	-3.39

学技术研究院有限公司和中煤科工集团重庆研究院有限公司, 表明生产单位和企业研究院日益重视国家基金的申请。

各领域项目申请数量位于前 10 位的依托单位申请情况如表 5 所示。在石油工程领域, 重庆科技

学院、常州大学和西南石油大学申请量增幅最大。在矿业工程领域, 中煤科工集团沈阳研究院有限公司和煤炭科学技术研究院有限公司申请量增幅最大。在安全科学与工程领域, 中煤科工集团沈阳研究院有限公司和中煤科工集团重庆研究院有限

表 5 E04 学科各领域基金项目申请数量居前 10 位的依托单位申请情况

Table 5 Top 10 institutions in terms of the number of proposal applications in each research area of the E04 Discipline

(a) 石油工程领域 (a) Petroleum Engineering				
排名 Ranking	依托单位 Institutions	项目申请数量 No. of applications		变化率/% Rates of change/%
		2021	2020	
1	西南石油大学 Southwest Petroleum University	141	112	25.89
2	中国石油大学(华东) China University of Petroleum-East China	91	113	-19.47
3	中国石油大学(北京) China University of Petroleum-Beijing	89	94	-5.32
4	西安石油大学 Xi'an Shiyou University	87	85	2.35
5	东北石油大学 Northeast Petroleum University	59	76	-22.37
6	长江大学 Yangtze University	57	55	3.64
7	重庆科技学院 Chongqing University of Science and Technology	26	16	62.50
8	成都理工大学 Chengdu University of Technology	25	23	8.70
9	常州大学 Changzhou University	20	16	25.00
10	中国地质大学(武汉) China University of Geosciences (Wuhan)	16	16	0
(b) 矿业工程领域 (b) Mining Engineering				
排名 Ranking	依托单位 Institutions	项目申请数量 No. of applications		变化率/% Rates of change/%
		2021	2020	
1	煤炭科学技术研究院有限公司 China Coal Research Institute	134	68	97.05
2	中国矿业大学 China University of Mining and Technology	132	162	-18.52
3	西安科技大学 Xi'an University of Science and Technology	82	77	6.49
4	中南大学 Central South University	71	64	10.94
5	太原理工大学 Taiyuan University of Technology	65	45	44.44
6	安徽理工大学 Anhui University of Science and Technology	65	54	20.37
7	山东科技大学 Shandong University of Science and Technology	65	74	-12.16
8	中国矿业大学(北京) China University of Mining & Technology-Beijing	54	66	-18.18
9	辽宁工程技术大学 Liaoning Technical University	51	53	-3.77
10	中煤科工集团沈阳研究院有限公司 CCTEG Shenyang Research Institute	49	4	1125.00

(c) 安全科学与工程领域
(c) Safety Science and Engineering

排名 Ranking	依托单位 Institutions	项目申请数量 No. of applications		变化率/% Rates of change/%
		2021	2020	
1	中煤科工集团重庆研究院有限公司 CCTEG Chongqing Research Institute	95	14	578.57
2	西安科技大学 Xi'an University of Science and Technology	59	60	-1.67
3	中国矿业大学 China University of Mining and Technology	42	46	-8.69
4	煤炭科学技术研究院有限公司 China Coal Research Institute	35	25	40.00
5	山东科技大学 Shandong University of Science and Technology	34	31	9.68
6	河南理工大学 Henan Polytechnic University	33	41	-19.51
7	中煤科工集团沈阳研究院有限公司 CCTEG Shenyang Research Institute	29	4	625.00
8	安徽理工大学 Anhui University of Science and Technology	28	23	21.74
9	太原理工大学 Taiyuan University of Technology	26	22	18.18
10	辽宁工程技术大学 Liaoning Technical University	24	18	33.33

(d) 冶金与材料加工工程领域
(d) Metallurgy and Materials Processing Engineering

排名 Ranking	依托单位 Institutions	项目申请数量 No. of applications		变化率/% Rates of change/%
		2021	2020	
1	东北大学 Northeastern University	108	111	-2.70
2	中南大学 Central South University	98	77	27.27
3	北京科技大学 University of Science and Technology Beijing	95	83	14.46
4	昆明理工大学 Kunming University of Science and Technology	66	63	4.76
5	华北理工大学 North China University of Science and Technology	53	52	1.92
6	武汉科技大学 Wuhan University of Science and Technology	52	40	30.00
7	江西理工大学 Jiangxi University of Science and Technology	49	47	4.26
8	安徽工业大学 Anhui University of Technology	43	50	-14.00
9	西安建筑科技大学 Xi'an University of Architecture and Technology	39	30	30.00
10	辽宁科技大学 University of Science and Technology Liaoning	35	34	2.94

公司申请量增幅最大. 在冶金与材料加工工程领域, 武汉科技大学、西安建筑科技大学和中南大学的申请量增幅最大.

经过评审, 学科共计资助面上项目 391 项, 资助率 15.10%, 平均资助经费为 58.1 万元(直接经费); 青年项目 406 项, 资助率 17.35%, 平均资助经费 29.9 万元(包干制); 地区项目 50 项, 资助率 14.53%,

平均资助经费 35.3 万元.

表 6 分别为 2021 年和 2020 年 E04 学科各二级代码面上和青年项目申请与资助情况. 由表 6 可见, 与 2020 年相比, 2021 年学科的面上和青年科学基金项目资助量有较大幅度的提升, 其中面上项目资助量增加 6.83%, 青年基金项目资助量增加 18.37%.

表 6 2021 和 2020 年度学科各二级代码对应的项目申请与资助情况

Table 6 Statistics of the proposal and award for each tier-2 sub-domain of the E04 Discipline in 2021 and 2020

二级代码 Codes of tier-2 sub-domains	2021年申请量 No. of application in 2021		2021年资助量 No. of award in 2021		2020年申请量 No. of application in 2020		2020年资助量 No. of award in 2020	
	面上项目 General Program	青年项目 Young Scholar Program	面上项目 General Program	青年项目 Young Scholar Program	面上项目 General Program	青年项目 Young Scholar Program	面上项目 General Program	青年项目 Young Scholar Program
E0401	115	103	16	16	112	93	18	18
E0402	249	276	40	46	280	262	41	47
E0403	77	91	12	10	74	91	8	11
E0404	203	218	33	40	200	192	42	40
E0405	265	261	39	45	221	226	34	37
E0406	135	94	15	14	90	68	8	6
E0407	54	32	5	3	40	24	4	5
E0408	475	388	70	66	391	328	60	47
E0409	249	237	43	50	221	208	30	36
E0410	120	124	15	26	125	107	19	16
E0411	183	121	42	29	171	122	45	25
E0412	88	78	11	12	83	67	13	13
E0413	79	60	9	8	55	56	7	8
E0414	185	142	31	25	177	131	27	22
E0415	112	115	10	16	106	84	10	12
合计 (Total)	2589	2340	391	406	2346	2059	366	343

1.2 优秀青年科学基金和国家杰出青年科学基金

2021 年 E04 学科接收优秀青年科学基金项目申请合计 136 项, 较 2020 年增加 7 项. 经过通讯评议、代表作审查、同层次人才互斥审查和会议评审, 共资助优秀青年科学基金项目 10 项. 资助经费为每项 200 万元, 资助率为 7.35%.

2021 年 E04 学科共接收国家杰出青年科学基金项目申请 58 项, 较 2020 年减少 9 项. 经过学科通讯评议、代表作审查、同层次人才互斥审查、学部部务会推荐和技术科学板块组织的会议评审, 共资助国家杰出青年科学基金项目 5 项, 资助经费为每项 400 万元, 资助率为 8.62%.

1.3 重点项目

2021 年度 E04 学科接收“资源高效开采与利

用”领域重点项目申请合计 79 项, 与 2020 年持平, 经过通讯评议、代表作审查、学部部务会推荐和会议评审, 共资助重点项目 11 项. 资助经费为每项 300 万元, 资助率为 15.07%.

1.4 其他项目

2021 年度 E04 学科申请创新研究群体项目 10 项, 占工程与材料科学部 13 个学科 52 项申请总数的 19.2%, 经过学科通讯评审、部务会推荐等环节, 有 2 项进入会评, 经专家组会议评审获资助 2 项, 资助经费为每项 1000 万元. 申请基础科学中心项目 1 项, 经过学科通讯评审、部务会推荐等环节, 进入会评未获资助. 根据“十四五”发展规划明确的优先发展领域, 广泛征求科学家和相关部门意见建议, 通过学科遴选, 专家研讨等方式凝练科

学问题,经学部部务会推荐,专家咨询委员会评审形成了“干热岩地热资源开采机理与方法”的重大项目指南,发布指南后接收重大项目申请3项,经通讯评议、代表作审查和会议评审,获批1项,资助经费每项1500万元。申请国家重大科研仪器研制项目19项,获批2项,资助经费平均为每项855万元。申请联合基金项目79项,获批21项,其中区域创新发展联合基金15项,企业创新发展联合基金6项,资助经费约为每项260万元。申请国际合作项目48项,获批10项。申请专项项目(科技活动类)18项,获批4项,平均资助经费每项10万元。专项项目-原创探索计划项目(专家推荐类)预申请10项,通过双盲评审、正式申请、评审意见反馈和答复等环节,2项进入学部专家组会议评议,最终获批1项,资助经费60万元。申请外国学者研究基金项目26项,获批4项,分别为1项外国资深学者研究基金项目,资助经费160万元;1项外国优秀青年学者研究基金项目,资助经费80万元;2项外国青年学者研究基金项目,资助经费20万元。

2 项目进展、中期与结题管理工作

2.1 面上、青年和地区基金

2021年学科共接收面上、青年和地区基金项目结题报告690份。其中面上项目307份,青年项目336份,地区项目47份。学科对项目成果和结题报告进行了认真审核,客观评估了项目的完成质量。最终遴选优秀结题项目共计18项,其中面上项目15项,青年项目3项。

2.2 重点项目(重点国合)结题审查和中期检查

重点项目和重点国际(地区)合作项目结题审查与中期检查学术交流会于2021年3月17~18日在北京召开。学科组织11位领域内专家完成了对2015年获批的9个学科重点项目和1个重点国际(地区)合作项目的结题审查,和2017年获批的10个学科重点项目的中期检查。会议同时进行了深入的学术探讨和交流。经专家投票,结题项目中4个重点、1个重点国际(地区)合作项目为优秀,中期项目中5个重点项目为优秀。

2.3 钢铁联合基金结题审查和中期检查

钢铁联合基金结题审查与中期检查学术交流会于2021年3月17日在北京召开。学科组织11位领域内专家完成了对2016年获批的6个钢铁联合基金的结题审查,以及2018年获批的6个钢铁联合基金的中期检查。会议同时进行了深入

的学术探讨和交流。经专家投票,3个结题项目被评为优秀,3个中期项目被评为优秀。

2.4 杰出青年科学基金结题审查

2021年5月17~18日,工程与材料科学部组织专家对2015年获批的杰出青年科学基金项目进行结题审查。E04学科共有3个项目参与此次结题审查,均顺利通过结题。

3 学科发展战略调研工作

为落实科学基金深化改革任务,2021年E04学科坚持“四个面向”资助导向,以学科树为抓手梳理学科布局和学科脉络,组织专家对学科发展战略,修订后的学科代码、关键词及学科资助思路等进行了专题研讨并广泛开展了调研,完成了“十四五”学科发展战略报告出版前期准备工作。

学科发展战略研讨。根据学部的统一部署,积极开展矿业与冶金学科发展战略研讨工作。举办了2次“矿业与冶金学科发展战略研讨交流会”,系统梳理了矿业与冶金学科发展脉络和内涵。组织专家对本学科十四五发展战略报告进行完善和定稿,围绕《矿业与冶金工程学科发展战略报告(2021—2035)》的出版工作,学科组织指导评审组、工作组、撰写组和秘书组专家,坚持高标准、严要求,于2021年12月完成书稿,目前处于最后的排版校稿阶段。报告紧密围绕当前世界科技前沿和国家重大需求,提出了矿业与冶金工程学科发展战略、中长期发展目标及其实现途径、学科交叉的优先领域和国际合作优先领域。报告构筑了内涵明晰的矿业与冶金工程学科基础知识理论体系,凝练了未来5~15年的研究前沿与重大科学问题,部署了重点和优先发展方向,以引领未来学科发展。该战略报告将为本学科遴选优先资助方向提供重要依据,也可供高等院校、科研院所等机构从事自然科学研究工作的科研人员以及科技管理和科技政策研究的人员参考。

学科树的绘制。本学科内涵丰富,资助范围包括石油工程、矿业工程、安全科学与工程、冶金与材料加工工程4大领域和5个一级学科。各领域之间虽然有明显的差异,但仍然存在较强的有机联系,并享有共同的科学基础。为进一步梳理学科脉络,把握学科核心灵魂,厘清学科发展要素,掌握学科资助格局,绘制了学科树。学科树的绘制结合十四五发展战略,阐述了学科总体及各个分支领域的优先发展方向、重点支持方向、热点方向以及薄弱方向。通过绘制学科树,系统整理分析了

学科在各个分支领域重要项目(包括重大项目、重点项目, 以及创新研究群体、杰青、优青等)的资助图谱, 结合重大类型项目布局, 初步提出未来重大类型项目的立项构想. 同时进一步理清了学科的内涵、边界和外延, 为下一步的学科代码的调整及再优化提供理论依据.

学科代码研讨. 召开了 2 次冶金与材料加工工程学科代码修订研讨会, 学科汇报了新修订代码实施以来的项目申请及其变化情况, 与会专家就新申请代码的实施成效、存在的困难和问题进行了深入的讨论, 在此基础上提出了进一步优化学科代码、研究方向及关键词的建议. 对冶金与材料加工工程(E0410~E0415)6 个二级代码关键词进行了重新修订, 对于长期使用频率过低的关键词, 查清原因, 予以修正或删减; 根据学科发展热点, 增加了一些新关键词.

4 进一步工作思路

2022 年是贯彻落实“十四五”规划的关键之年, 是实现第二个百年奋斗目标新征程的开局之年. 在这一关键的历史时期, 国家自然科学基金委员会坚持“基础研究是整个科学体系的源头, 是所有技术问题的总开关”的战略定位, 通过科学基金深化改革等手段, 全方位提升科学基金资助水平, 为实现高水平科技自立自强提供支撑^[3]. 学科将继续坚定不移推进科学基金系统性改革, 抢抓科研范式变革的重要机遇, 全面落实学部的决策部署与工作要求, 发挥在矿业与冶金工程领域基础研究“指挥棒”作用, 推动矿业与冶金工程学科的发展迈向新台阶.

具体的工作落实包括以下几个方面. 针对矿业与冶金工程学科实施新代码以来, 部分二级代

码申报量和资助量较少的情况需加大二级代码内涵的宣讲, 鼓励相关研究人员积极申报; 进一步加强与依托单位在指南意见征集、申报书形式审查、中期和结题审查等方面的交流. 可在相关学科研讨会、政策宣讲会和经验交流会上将科学基金深化改革工作思路如何在评审、申报中落实进行宣讲; 加强申请人对于四类科学问题属性问题的认识, 避免盲目填报和错误填报; 加强学科二级代码、研究方向和关键词的内涵和外延的完善工作, 便于申请人清晰选择, 也便于评审人高效评审; 进一步完善“负责任、讲信誉、计贡献”评审机制(RCC), 强化基金评审的效率和公正性; 进一步强化科学基金项目的全过程管理与绩效评估, 提高科学基金的资助效率; 进一步完善和扩充专家库, 提升专家库的专业性和权威性.

参 考 文 献

- [1] National Natural Science Foundation of China. *National Natural Science Fund Guide to Programs* 2021. Beijing: Science Press, 2021
(国家自然科学基金委员会. 2021年度国家自然科学基金项目指南. 北京: 科学出版社, 2021)
- [2] National Natural Science Foundation of China. Outline of the implementation plan for deepening reform of the National Natural Science Foundation of China [EB/OL]. *National Natural Science Foundation of China* (2021-1-15)[2022-02-08]. <https://www.nsf.gov.cn/publish/portal0/tab961/>
(国家自然科学基金委员会. 国家自然科学基金深化改革实施方案纲要[EB/OL]. 国家自然科学基金委员会 (2021-1-15)[2022-02-08]. <https://www.nsf.gov.cn/publish/portal0/tab961/>)
- [3] National Natural Science Foundation of China. *National Natural Science Fund Guide to Programs* 2022. Beijing: Science Press, 2022
(国家自然科学基金委员会. 2022年度国家自然科学基金项目指南. 北京: 科学出版社, 2022)