

· 联合基金总述及改革举措 ·

新时期联合基金改革成效和推进策略

——以工程与材料科学部为例

王岐东¹ 王国彪¹ 苗鸿雁^{1*} 赖一楠^{1*} 张鹏²
丁鑫锐³ 谭业强⁴ 郭梦京⁵ 周锋⁶

1. 国家自然科学基金委员会 工程与材料科学部, 北京 100085
2. 青岛理工大学, 青岛 266033
3. 华南理工大学, 广州 510006
4. 青岛大学, 青岛 266071
5. 西安理工大学, 西安 710048
6. 长沙学院, 长沙 410022

[摘要] 工程与材料科学部的联合基金项目坚持立足工程科学与材料科学前沿问题, 聚焦社会经济发展和行业需求, 为破解国家重大科技瓶颈提供解决方案。本文全面回顾并分析了工程与材料科学部联合基金项目的管理特点, 从定量分析和案例分析两个维度介绍了联合基金设立以来项目资助的基本特征和主要成效, 并从新时期联合基金的可持续发展视角提出了联合基金的政策改革方向。

[关键词] 工程与材料科学; 联合基金; 资助体系; 资助成效; 基金管理

面对新形势新挑战, 必须充分发挥科技创新的支撑引领作用。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。只有重视基础研究, 才能永远保持自主创新能力。为解决基础研究投入不足问题, 国家自然科学基金委员会(以下简称“自然科学基金委”)与有关部门、地方政府和企业共同出资设立联合基金, 以解决行业技术难题。新一轮科技革命和产业变革正在孕育兴起, 一些重要科学问题和关键核心技术已经呈现出革命性突破的先兆, 而工程科学与材料科学则是保障国家安全、促进社会进步与经济可持续发展和提高生活质量的重要科学基础和技术支撑。工程与材料科学部认真贯彻落实党中央、国务院关于科技创新和基础研究的总体部署, 坚持以“构建理念先进、制度规范、公正高效的新时代科学基金治理体系”为改革目标, 加快构建新时期工程与材料科学领域的联合基金资助与管理体制。本文从资助与管理视角, 对本学部联合基金资助管理工作进行系统总结与分析, 有利于推动



王岐东 研究员, 现任国家自然科学基金委员会工程与材料科学部常务副主任。



苗鸿雁 教授, 现任国家自然科学基金委员会工程与材料科学部副主任。



赖一楠 教授, 现任国家自然科学基金委员会工程与材料科学部综合与战略规划处处长。

收稿日期: 2021-06-24; 修回日期: 2021-08-16

* 通信作者, Email: miaohy@nsfc.gov.cn, laiyin@nsfc.gov.cn

联合基金项目更好衔接国家社会进步与经济发
展的重大战略需求,具有重要的现实意义。

1 联合基金资助体系变革

联合基金旨在支持自然科学基金委与有关部门、地方政府和企业共同商定的科学与技术领域内的基础研究。为了贯彻执行“经济建设必须依靠科学技术、科学技术必须面向经济建设”的科技总方针,2000年8月,自然科学基金委和上海宝钢集团共同建立“钢铁联合研究基金”,由工程与材料科学部受理申请,就此开启了自然科学基金委探索多元化投入的联合基金资助模式的序幕^[1]。2015年,自然科学基金委审议通过《国家自然科学基金联合基金项目管理办
法》,标志着联合基金资助与管理体
系日趋完善。

2018年,自然科学基金委开始新时期联合基金改革,在加强基础研究多元化投入方面,提出加强协同创新、拓展多元化投入渠道以及提升资助精准度的改革目标,明确了新时期联合基金工作改革思路,即加强顶层设计和统筹管理,坚持以问题和需求为导向,优化现有联合资助布局,创新与行业部门、地方政府、企业等联合资助模式^[2]。按照“面向国家需求,引导多元投入,推动资源共享,促进多方合作”的原则,自然科学基金委与有关地方政府和企业共同出资设立“区域创新发展联合基金”和“企业创新发展联合基金”,推进形成具有更高资助效能的新时期联合基金资助体系。截至2020年底,已经有20个省(自治区、直辖市)加入区域创新发展联合基金,50家企业加入企业创新发展联合基金,与5个行业部门设立新时期的行业联合基金,初步形成了新时期联合基金资助体系。

工程与材料科学部是自然科学基金委首个联合基金类型的管理部门,也是联合基金项目申请项目和经费所占比例最高的部门,以2020年统计数据为例,工程与材料科学部共申请项目1732项,占全委联合基金总申请量23.55%,申请经费共计492629.26万元,占全委联合基金总申请经费22.68%^[3]。工程与材料科学部不断深化联合基金资助与管理体制改革,主要体现在以下四个方面:一是联合基金类型多样化(如图1)。联合基金设立之初,仅有钢铁联合研究基金、节能环保基金、福特联合基金和GM联合基金4个类别;2020年度,工程与材料科学部共受理了15类联合基金申请。二是联合基金动态调整,坚持以需求和问题为导向:工程

与材料科学部立足学科前沿,密切结合国家发展战略需求,以国家、行业发展目标为切入点,大力推动基础研究与工程应用相结合。例如,为迎接2008年奥运会,体现“科技奥运”“绿色奥运”理念,对申请环境保护、城市交通管理等领域的“节能环保基金”项目给予一定倾斜支持。三是鼓励开展交叉融合研究。适应基础研究资助管理的阶段性发展需求,统筹基础研究的关键要素,鼓励不同学科之间的交叉与融合。四是支持的研究方向更精准。工程与材料科学部经过多年的调整,联合基金项目的资助领域更加聚焦,支持的研究方向更能精准识别地区、行业以及企业面临的核心技术难题,实现供需有效对接,提升联合基金资助与管理绩效。

工程与材料科学部负责材料和工程两个领域相关基础研究的资助与项目管理。项目应用性强,与国防建设和国家经济建设密切相关。特别指出的是,在所有类别的联合基金项目中,钢铁联合研究基金、高速铁路基础研究联合基金和航天先进制造技术研究联合基金是最能体现工程与材料科学部自身特色的三类联合基金,也是单独由工程与材料科学部管理负责的联合基金项目。(1)钢铁联合研究基金是第一个由国有企业出资与自然科学基金委联合建立的面向全国的行业性研究专项基金。该基金紧密结合我国钢铁工业的重大问题,促进知识创新和技术创新的结合,带动冶金与材料新技术、新产品的研究开发和传统产业的提升,推动我国钢铁冶金的科学发展,增强我国钢铁工业的国际竞争力,设立实施以来,资助成果服务于军事装备、航空航天、高速铁路等国防和国民经济建设,取得显著成效。(2)高速铁路基础研究联合基金由自然科学基金委和原铁道部于2011年4月共同设立,2013年起由中国铁路总公司继续出资,该联合基金为高速铁路快速发展、行业整体自主创新能力提高提供了坚实基础,实施以来,资助成果提高了高铁建设水平和工程质量,培养了一大批专业人才和团队。(3)航天先进制造技术研究联合基金由自然科学基金委和中国航天科技集团有限公司于2014年11月共同设立,实施以来,在航天大型复杂构件设计与制造基础、航天电子产品高可靠制造、航天机电产品精密加工与装调、发动机制造基础、数字化、智能化制造等方面取得了显著的理论进展,发展了创新方法与技术,解决了一系列航天器及其关键器件的设计和制造难题。

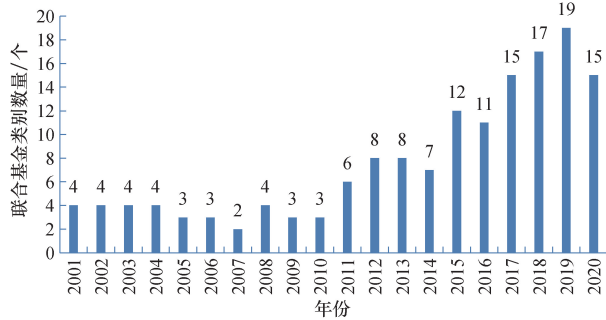


图1 2001—2020年工程与材料科学部联合基金项目种类数量情况

2 联合基金资助概况

2.1 申请与资助总体情况

工程与材料科学部的联合基金项目申请数量、资助数量以及资助经费总体呈现稳步增长趋势,2018年以后显著增长。2001—2020年期间,工程与材料科学部接收联合基金项目申请12 291项,资助项目2 026项,项目资助直接费用总额为32.24亿元。其中“十五”期间,接收联合基金项目申请805

项,资助项目242项,资助经费1.07亿元,平均资助强度为44.4万元/项,平均资助率为30.06%。“十一五”期间,接收项目申请905项,比“十五”期间增长12.42%;资助144项,比“十五”期间下降40.5%;资助经费1.36亿元,比“十五”期间增长26.33%;平均资助强度为94.26万元/项,是“十五”期间资助强度的2.12倍;平均资助率为15.91%,比“十五”期间下降14.15%。“十二五”期间,接收项目申请3 625项,是“十一五”期间的4倍;资助561项,是“十一五”期间资助数的4倍;资助经费7.59亿元,是“十一五”期间的5.59倍;平均资助强度为135.35万元/项,比“十一五”期间增长43.59%;平均资助率为15.48%,与“十一五”期间基本持平;“十三五”期间,接收项目申请6 956项,比“十二五”期间增加约1倍;资助1 079项,比“十二五”期间资助数增加约1倍;资助经费22.22亿元,比“十二五”期间经费增加约2倍;平均资助强度为205.89万元/项,比“十二五”期间增长52.11%;平均资助率为15.51%,与“十二五”期间基本持平。

表1 2001—2020年工程与材料科学部联合基金项目申请与资助总体情况

年份	申请数量	资助数量	资助经费(万元)	资助强度(万元/项)	资助率
“十五”期间	805	242	10 744.7	44.40	30.06%
2001	107	48	1 780.0	37.08	44.86%
2002	144	53	1 837.7	34.67	36.81%
2003	102	44	1 694.0	38.50	43.14%
2004	151	39	1 338.0	34.31	25.83%
2005	301	58	4 095.0	70.60	19.27%
“十一五”期间	905	144	13 574.0	94.26	15.91%
2006	290	33	2 540.0	76.97	11.38%
2007	114	25	2 150.0	86.00	21.93%
2008	216	35	3 059.0	87.40	16.20%
2009	112	25	2 775.0	111.00	22.32%
2010	173	26	3 050.0	117.31	15.03%
“十二五”期间	3 625	561	75 932.0	135.35	15.48%
2011	836	100	12 700.0	127.00	11.96%
2012	538	100	13 240.0	132.40	18.59%
2013	604	118	14 772.0	125.19	19.54%
2014	501	80	11 966.0	149.58	15.97%
2015	1 146	163	23 254.0	142.66	14.22%
“十三五”期间	6 956	1 079	222 152.0	205.89	15.51%
2016	1 173	159	26 547.0	166.96	13.55%
2017	1 508	223	37 820.0	169.60	14.79%
2018	1 209	196	39 510.0	201.58	16.21%
2019	1 551	233	49 972.0	214.47	15.02%
2020	1 515	268	68 303.0	254.86	17.69%
2001—2020	12 291	2 026	322 402.7	159.13	16.48%

2001—2020年,重点支持项目(含重点项目)(以下简称“重点支持项目”)的申请、资助数量以及资助经费总体上呈现增长趋势,2018年联合基金改革以后,重点支持项目的申请与资助数量都大幅度增加,资助的经费总额以及资助强度呈现快速增长趋势。2001—2020年,工程与材料科学部总共接收重点支持项目申请5765项,资助项目1094项,项目资助直接费用总额为26.19亿元,直接费用平均资助强度为239.38万元/项,项目平均资助率为18.98%。其中,“十五”期间,接收重点支持项目申请175项,资助42项,资助经费6325万元,平均资助强度为150.6万元/项,平均资助率为24%。“十一五”期间,接收重点支持项目申请418项,是“十五”期间的2.39倍;资助70项,是“十五”期间的1.67倍;资助经费1.13亿元,是“十五”期间的1.78

倍;平均资助强度为161.27万元/项,比“十五”期间增长7%;平均资助率为16.75%,比“十五”期间下降7.25%。“十二五”期间,接收重点支持项目申请1331项,是“十一五”期间的3.18倍;资助256项,是“十一五”期间的3.66倍;资助经费6.21亿元,是“十一五”期间的5.5倍;平均资助强度为242.6万元/项,是“十一五”期间的1.5倍;平均资助率为19.23%,比“十一五”期间上升2.49%。“十三五”期间,接收重点支持项目申请3841项,是“十二五”期间的2.89倍;资助726项,是“十二五”期间的2.84倍;资助经费18.22亿元,是“十二五”期间的2.93倍;平均资助强度略高于“十二五”期间,而平均资助率略低于“十二五”期间(详见表2)。

表2 2001—2020年工程与材料科学部重点支持项目(含重点项目)申请与资助总体情况

年份	申请数量	资助数量	资助经费(万元)	资助强度(万元/项)	资助率
“十五”期间	175	42	6325	150.60	24.00%
2001	54	11	1020	92.73	20.37%
2002	27	7	980	140.00	25.93%
2003	20	6	880	146.67	30.00%
2004	12	3	525	175.00	25.00%
2005	62	15	2920	194.67	24.19%
“十一五”期间	418	70	11289	161.27	16.75%
2006	161	14	1990	142.14	8.70%
2007	43	11	1700	154.55	25.58%
2008	58	15	2494	166.27	25.86%
2009	60	15	2445	163.00	25.00%
2010	96	15	2660	177.33	15.63%
“十二五”期间	1331	256	62105	242.60	19.23%
2011	226	42	9896	235.62	18.58%
2012	198	45	10755	239.00	22.73%
2013	218	47	11409	242.74	21.56%
2014	197	40	10519	262.98	20.30%
2015	492	82	19526	238.12	16.67%
“十三五”期间	3841	726	182164	250.91	18.90%
2016	493	88	21111	239.90	17.85%
2017	758	126	32607	258.79	16.62%
2018	572	124	30669	247.33	21.68%
2019	920	164	40240	245.37	17.83%
2020	1098	224	57537	256.86	20.40%
2011—2020	5765	1094	261883	239.38	18.98%

2.2 项目资助人员年龄分布

工程与材料科学部联合基金项目资助人员的年龄分布范围广,目前以中青年为主要资助对象,主要集中在41~45岁年龄段,其次是36~40岁和46~50岁两个年龄段(详见图2)。工程与材料科学部注重研究队伍的年轻化,让更多的青年学者参与基础研究创新。

2.3 依托单位分布情况

参与联合基金项目申请与获得资助的依托单位数量呈现快速增长趋势(详见图3)。“十五”期间,共有304家依托单位参与联合基金项目申请,其中149家获得资助。“十一五”期间,共有360家依托单位参与联合基金项目申请,比“十五”期间申请单位数增长18.42%;其中97家获得资助,比“十五”期间获得资助单位数下降34.9%。“十二五”期间,共有873家依托单位参与联合基金项目申请,是“十一五”期间申请单位数的2.43倍;其中有286家获得资助,是“十一五”期间获得资助单位数2.95倍。“十三五”期间,共有1342家依托单位参与联合基金项目申请,比“十二五”期间申请单位数增长53.72%;其中有500家获得资助,比“十二五”期间获得资助单位数增长74.83%。

从依托单位申请联合基金重点支持项目与获批

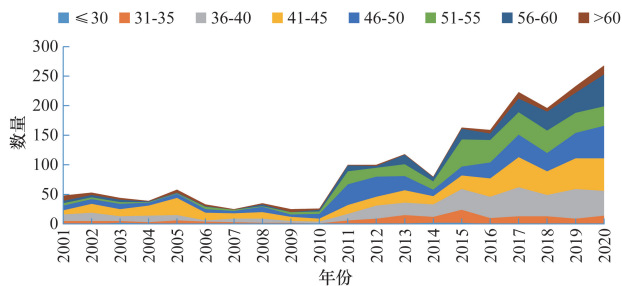


图2 2001—2020年工程与材料科学部联合基金项目资助人员年龄分布情况

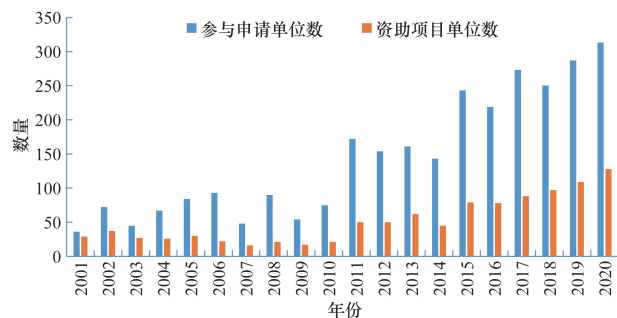


图3 2001—2020年工程与材料科学部联合基金项目依托单位数量情况

的数量来看,高等院校在申请与获批领域占据主导地位。2001—2020年,共有645家依托单位参与工程与材料科学部联合基金项目申请,其中有303家依托单位申请联合基金重点支持项目;共有279家依托单位获得过联合基金资助,其中有207家依托单位获得过联合基金重点支持项目的资助。按照各依托单位在2001—2020年期间申请重点支持项目数量和获得资助项目数量降序排列,申请数量排名前三的依托单位为清华大学、东北大学和上海交通大学,获批数量排名前三的依托单位为东北大学、西南交通大学和清华大学(详见表3,仅列出排名位于前10的依托单位)。

工程与材料科学部鼓励交叉融合研究,支持跨学科、跨行业、跨地区、跨部门的协同创新。2001—2020年,各依托单位合作申请联合基金项目获得批准数量呈现快速增长趋势,“十三五”期间实现大幅增长(详见表4)。“十五”期间,2005年有21项合作项目获批,占当年项目获批总量的36.21%,占“十五”规划期间获批总量的8.68%。“十一五”期间每年获批的合作项目数量基本持平,五年内获批合作项目总数为70项,占“十一五”期间获批项目总数的48.61%,是“十五”期间获批项目数的3.33倍。“十二五”期间获批合作项目数呈现波动增长趋势,五年内获批合作项目数为221项,占“十二五”规划期间获批项目总数的39.39%,是“十一五”期间获批项目数的3.16倍。“十三五”期间获批合作项目数呈现逐年递增趋势,五年内获批合作项目数为778项,占“十三五”规划期间获批项目的72.1%,是“十二五”期间获批项目数的3.52倍。

表3 2001—2020年依托单位申请联合基金重点支持项目(含重点项目)与批准情况

序号	依托单位	申请数量(项)	依托单位	获批数量(项)
1	清华大学	182	东北大学	59
2	东北大学	159	西南交通大学	44
3	上海交通大学	154	清华大学	44
4	华南理工大学	153	中南大学	31
5	北京科技大学	149	大连理工大学	29
6	中南大学	127	哈尔滨工业大学	28
7	西南交通大学	127	北京交通大学	28
8	昆明理工大学	119	上海交通大学	26
9	浙江大学	117	华南理工大学	26
10	北京交通大学	112	北京科技大学	24

表4 2001—2020年依托单位合作开展联合基金项目研究的获批情况

年份	获批合作项目数	获批项目总数	合作项目占比
“十五”期间	21	242	8.68%
2001	0	48	0.00%
2002	0	53	0.00%
2003	0	44	0.00%
2004	0	39	0.00%
2005	21	58	36.21%
“十一五”期间	70	144	48.61%
2006	13	33	39.39%
2007	14	25	56.00%
2008	15	35	42.86%
2009	15	25	60.00%
2010	13	26	50.00%
“十二五”期间	221	561	39.39%
2011	42	100	42.00%
2012	37	100	37.00%
2013	39	118	33.05%
2014	25	80	31.25%
2015	78	163	47.85%
“十三五”期间	778	1 079	72.10%
2016	100	159	62.89%
2017	142	223	63.68%
2018	137	196	69.90%
2019	177	233	75.97%
2020	222	268	82.84%
2001—2020	1 090	2 026	53.80%

2.4 资助成效

联合基金在调动地方政府和企业参与基础研究方面起到了促进作用,在解决地区和行业重大科学问题方面发挥了积极作用,突破了一批国家社会发展和行业所需的关键技术。

2.4.1 联合基金总体资助成效

以“十三五”期间工程与材料科学部资助的联合基金项目获得研究成果为例,分析总体资助成效。从获奖情况来看,“十三五”期间资助成果获得奖励数量呈现增长趋势,2020年总共获得119项奖励,比2016年增长38.37%;在2018年联合基金改革后实现较大幅度增加,2020年获得奖励的数量是2018年的1.8倍。“十三五”期间,工程与材料科学部资助的联合基金项目总共获得419项奖励,其中国家级奖励17项,省部级奖励179项,其他奖励223项(详见表5)。

表5 2016—2020年工程与材料科学部联合基金项目获得奖励情况

奖励名称	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	合计
国家级	4	2	3	7	1	17
国家级自然科学奖一等	0	0	0	0	0	0
国家级自然科学奖二等	1	0	1	0	0	2
国家级科技进步奖一等	2	0	0	1	0	3
国家级科技进步奖二等	1	2	2	4	1	10
国家级发明奖一等	0	0	0	1	0	1
国家级发明奖二等	0	0	0	1	0	1
省部级	36	22	28	35	58	179
省部级自然科学奖一等	3	1	1	4	9	18
省部级自然科学奖二等	3	4	3	2	3	15
省部级科技进步奖一等	17	12	13	23	33	98
省部级科技进步奖二等	13	5	11	6	13	48
其他获奖	46	31	35	51	60	223
合计	86	55	66	93	119	419

“十三五”期间,工程与材料科学部联合基金项目在发表论文、专著、参加学术报告与获得专利等方面呈现大幅度增加趋势。2016—2020年,工程与材料科学部资助的联合基金项目共发表国内外核心期刊论文11161篇,其中SCI/SSCI论文7816篇,占总发文量的70.03%,EI论文2278篇,占总发文量的20.41%,北大中文核心1050篇,占总发文量的9.41%,CSSCI论文17篇,占总发文量的0.15%;出版专著147部,其中外文专著36部,占比24.49%;获得授权专利2337项,其中国外授权专利88项,占比3.77%;参加国内外学术会议特邀报告818次,其中国际会议特邀学术报告413次,占比50.49%(详见表6)。

表 6 2016—2020 年工程与材料科学部联合基金项目取得其他成果情况

其他成果	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	合计
会议	63	106	155	231	263	818
国际会议	44	55	93	97	124	413
特邀学术报告						
国内会议	19	51	62	134	139	405
特邀学术报告						
论文	1 620	1 455	1 916	2 621	3 549	11 161
SCI/SSCI	798	935	1 351	1 911	2 821	7 816
EI	623	348	332	511	464	2 278
北大中文核心	189	170	233	198	260	1 050
CSSCI	10	2	0	1	4	17
专著	22	15	23	40	47	147
学术专著	18	11	18	30	34	111
中文版						
学术专著	4	4	5	10	13	36
外文版						
专利	242	333	319	704	739	2 337
国内授权	227	328	315	663	716	2 249
专利						
国外授权	15	5	4	41	23	88
专利						
合计	1 947	1 909	2 413	3 596	4 598	14 463

2.4.2 联合基金典型资助成果

以下分别针对地方政府联合基金、行业部门联合基金和企业联合基金,介绍部分典型的联合基金项目资助成果。

(1) 地方政府联合基金项目

NSFC—云南联合基金典型资助成果:“铌单晶的取向生长与形变机制研究”项目采用籽晶法和电子束悬浮区域熔炼技术,进行铌单晶不同取向的竞争生长,制备了直径大于 20 mm 的铌单晶,阐释了铌单晶的生长控制及其变形机制,为铌的塑性加工开辟了新的途径,制备的铌及铌合金棒材和丝材已应用于多种航空发动机点火器零件^[4]。

NSFC—广东联合基金典型资助成果:(1)“功能微结构阵列的新型加工理论与关键技术”项目针对微/光电子器件的功能需求,提出外力引导式金属辅助化学刻蚀加工复杂微结构阵列的新思路,发明了多种形状可控的半导体纳米微结构阵列的加工新方法^[5]。研究成果“高端电子制造装备高速高精点

位操作的关键技术与典型应用”获 2019 年度国家技术发明奖二等奖。(2)“2.0 μm 波段高增益有源光纤及超窄线宽光纤激光器”项目提出了 2.0 μm 波段超窄线宽光纤激光器的抽运与高效泵浦、激光腔型设计与激光稳定输出等器件设计与制造方法,成功研制了 2.0 μm 超窄线宽光纤激光器^[6]。

NSFC—新疆联合基金典型资助成果:“基于溴自由基诱导法自新疆煤沥青制备高品质中间相沥青的基础研究”项目开展了基于溴自由基诱导法自新疆煤沥青制备高品质中间相沥青的基础研究,阐明了复杂体系下溴桥接机制普适性原则,突破了国外对我国的技术产品遏制,对推动我国系列高端炭材料的制备所需高品质中间相沥青具有重要的参考价值^[7]。

NSFC—辽宁联合基金典型资助成果:“纳米结构对奥氏体不锈钢使役性能影响的机理研究”项目针对传统奥氏体不锈钢材料的疲劳强度低,耐磨性和耐局部腐蚀能力不足,研发了纳米孪晶和梯度纳米结构不锈钢材料的制备技术,将梯度纳米结构设计应用于沈鼓核电公司的零部件中。发现了纳米孪晶金属与循环历史无关的独特循环稳定响应,为发展下一代抗疲劳损伤结构材料奠定了基础^[8]。

(2) 行业部门联合基金项目

高铁联合基金典型资助成果:(1)“高速列车永磁牵引系统设计理论与方法研究”项目针对高速列车牵引传动系统升级需求,形成了自主的高速列车永磁电机牵引传动系统设计理论与方法,为我国下一代高速列车研发提供技术支撑^[9]。研究成果成功应用于永磁空调、永磁城际列车、永磁地铁列车等,实现列车百公里人均能耗下降 12.46%,单车年节电超过 200 万度,获得国家技术发明奖二等奖。(2)“高速铁路轨道结构检测关键理论与方法”项目针对高速铁路轨道结构安全长效服役急需的三项关键检测内容,研发了轨道几何检测技术,形成了一系列的衍生轨道不平顺测量方法,研制了移动定点检测轨道刚度的轨道刚度检测车,形成了高速道岔功能状态监测系统,为确保高速列车的安全运行、轨道结构的科学养护维修提供技术保障^[10]。研究成果荣获国家技术发明奖二等奖。

(3) 企业联合基金项目

中国汽车产业创新发展联合基金典型资助成果:“智能汽车纵向行驶动力学行为与协同控制方法”针对智能汽车系统动力与控制问题,提出了“智能环境友好型车辆”队列的分布式非线性模型预测

多目标协同控制方法、队列头车驾驶员的行为分析及意图识别方法以及基于智能体结构的“人一车一路”系统多领域统一建模方法^[11],获国家科学技术进步奖二等奖。

钢铁联合研究基金典型资助成果:“钢铁生产线的多工序实时智能优化调度理论、方法及应用”项目针对钢铁企业生产过程中的匹配调度问题,以“铁水输送过程匹配调度”和“炼钢—连铸—热轧过程动态调度”的主要模型与算法编写软件模块,集成至新钢集团组炉组浇、炼钢连铸和连铸热轧生产线的制造执行系统(MES)中,为新余钢铁集团生产线的稳定、高效和智能化运行提供了可靠的调度方案^[12]。

智能电网联合基金典型资助成果:(1)“基于数字仿真的电网人工智能分析方法研究”项目针对传统电网仿真分析存在效率低、精度低等问题,基于数字仿真,开展电网人工智能分析与决策方法研究,以扩展电网仿真分析的深度和精度,有效减少人工参与,实现高效、精确的大电网仿真分析^[13]。(2)“电力电子化电力系统多尺度非线性耦合振荡基础理论研究”项目针对新一代电力电子化电力系统振荡问题基础理论和关键技术创新的迫切需求,建立了面向大系统分析的基于激励/响应关系的多尺度设备模型体系,提出了时变幅频动态过程中基于激励/响应关系的网络建模方法、基于动态过程时变幅频本质的系统分析的连分幅频调制方法和基于动态相互作用过程中内电势关联特性的系统振荡阻尼方法^[14]。

3 政策建议

2018年以来,自然科学基金委对联合基金管理模式进行全面改革,逐渐形成新时期联合基金多元投入新模式。工程与材料科学部联合基金项目主要服务于国家、地区与行业在工程科学和材料科学领域的重大需求,促进基础研究和工程应用相结合,以解决关键技术难题为核心目标。工程与材料科学部联合基金项目的本质决定了其实施效果评价体系的特殊性,要与面上项目等自由探索系列项目的评价指标有所区别,避免陷入“唯论文、唯专利”数量的困局。工程与材料科学部联合基金项目评价指标应更多以解决地区和行业的实际需求为导向,重点关注项目取得的社会效益和经济效益。

2021年是“十四五”开局之年,并迎来了建党一

百周年。工程与材料科学部将全面贯彻党中央、国务院关于科技创新和基础研究的决策部署,深入贯彻落实科技创新要坚持“四个面向”的重要指示,继续深化新时期联合基金项目改革,加强学科前瞻部署,聚焦项目精准资助和科学管理,推动基础研究高质量发展,不断提升我国源头创新能力。

促进完善联合基金项目中后期管理,建立健全协调管理机制、实施成效评价机制、成果应用贯通机制,加强科学基金资助成果的展示,推动具有潜在应用价值的基础研究成果转移转化。特别是针对高速铁路基础研究联合基金、航天先进制造技术研究联合基金、智能电网联合基金等面向国家重大工程和战略性新兴产业发展中的紧迫共性需求,引导联合资助方深度介入项目的管理过程,注重成果的总结和挖掘,强化项目成果与需求方对接,助推资助成果向产业应用的转化贯通。

当前,工程与材料科学部每年资助的联合基金重点支持项目数量已达到学部重点项目资助数量的2倍多,学部整体层面与学科层面尚缺少科学、紧密的统筹,因此,未来还将推进联合基金重点支持项目与重点项目在学科上的统筹布局,在指南制定、项目评审、资助反馈等方面进行统筹考虑和布局。

参 考 文 献

- [1] 马卫华,薛永业. 国家自然科学基金联合基金项目管理机制优化策略. 科技管理研究, 2017, 37(5): 155—163.
- [2] 雷蓉,刘佳,刘权,等. 2019年度国家自然科学基金联合基金项目申请、评审与资助工作综述. 中国科学基金, 2020, 34(5): 609—614.
- [3] 苗鸿雁,张鹏,王之中,等. 2020年度工程与材料科学部基金项目评审工作综述. 中国科学基金, 2021, 35(1): 40—47.
- [4] 李扬,刘毅,罗锡明,等. 纳米尺寸下铰单晶微柱的力学行为. 材料科学与工程学报, 2018, 36(1): 5—9.
- [5] 陈新,姜永军,谭宇韬,等. 面向电子封装装备制造的若干关键技术研究及应用. 机械工程学报, 2017, 53(5): 181—189.
- [6] Wang WC, Zhou B, Xu SH, et al. Recent advances in soft optical glass fiber and fiber lasers. Progress in Materials Science, 2019, 101:90—171.
- [7] 赵普杰,韩贺祥,王际童,等. 高硫石油焦的碱催化煅烧脱硫实验研究. 石油学报(石油加工), 2018, 34(2): 292—298.
- [8] You ZS, Luo SS, Lu L. Size effect of deformation nanotwin bundles on their strengthening and toughening in heterogeneous nanostructured Cu. Science China Technological Sciences, 2021, 64(1): 23—31.

- [9] Zhao SF, Huang XY, Fang YT, et al. Compensation of DC-link voltage fluctuation for railway traction PMSM in multiple low-switching-frequency synchronous space vector modulation modes. *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, 2018, 67(1):235—250.
- [10] 王平, 陈嵘, 徐井芒, 等. 高速铁路道岔系统理论与工程实践研究综述. *西南交通大学学报*, 2016, 51(2): 357—372.
- [11] 解来卿, 张东好, 罗禹贡, 等. 雷达共用型智能混合动力汽车节能控制策略. *清华大学学报(自然科学版)*, 2018, 58(3): 286—291, 297.
- [12] Zhao H, Song SJ, Zhang YL, et al. Optimal decisions in supply chains with a call option contract under the carbon emissions tax regulation. *Journal of Cleaner Production*, 2020, 271: 122199.
- [13] 王甜婧, 汤涌, 郭强, 等. 基于知识经验和深度强化学习的大电网潮流计算收敛自动调整方法. *中国电机工程学报*, 2020, 40(8): 2396—2405.
- [14] 胡家兵, 袁小明, 程时杰. 电力电子并网装备多尺度切换控制与电力电子化电力系统多尺度暂态问题. *中国电机工程学报*, 2019, 39(18): 5457—5467.

The Achievements and Promoting Strategies of the Reform of the Joint Funds Programs in the New Era: Taking the Department of Engineering and Materials Sciences as An Example

Wang Qidong¹ Wang Guobiao¹ Miao Hongyan^{1*} Lai Yinan^{1*} Zhang Peng²
Ding Xinrui³ Tan Yeqiang⁴ Guo Mengjing⁵ Zhou Feng⁶

1. *Department of Engineering and Material Sciences, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085*

2. *Qingdao University of Technology, Qingdao 266033*

3. *South China University of Technology, Guangzhou 510006*

4. *Qingdao University, Qingdao 266071*

5. *Xi'an University of Technology, Xi'an 710048*

6. *Changsha University, Changsha 410022*

Abstract The Joint Funds programs of the Department of Engineering and Material Sciences adhere to establish in the cutting edge of engineering sciences and materials science. It focus on the demands of the socioeconomic and industry developments, and aims to provide solutions for breaking the significant technology bottleneck of China. In this paper, the management characteristics of the Joint Funds programs of the Department of Engineering and Material Sciences are reviewed and analyzed. From the aspects of quantitative analysis and case studies, the basic characteristics and the major achievements of the Joint Funds programs are introduced since the funding was found. From the sustainable development perspective of the Joint Funds programs in new era, the policy reform directions of the funds programs is proposed.

Keywords engineering and material sciences; the joint funds programs; funding system; funding achievements; funding management

(责任编辑 李华一)

* Corresponding Author, Email: miaohy@nsfc.gov.cn, laiyin@nsfc.gov.cn