

基于文献计量的采矿领域“十三五”期间 国家自然科学基金资助分析

A Bibliometric Analysis of NSF Funding in Mining during the 13th Five-Year Plan Period

张赛男, 王瑜(北京科技大学图书馆, 北京 100083)

摘要:国家自然科学基金是支持我国采矿行业基础研究的重要资金来源。“十三五”(2016—2020年)期间是我国矿业发展的重要上升期。本文以文献计量可视化和知识图谱的方法,对2016—2020年国家自然科学基金项目内容及产出文章进行分析,从项目类型、时间趋势、重点项目、关键领域、以及研究热点等方向,总结了采矿领域近年来的科研发展情况。可知国家自然科学基金对于采矿行业领域的资助总体呈现稳定增长的趋势,共资助各类采矿相关科研项目1 936项,资助总金额达到10.32亿元,研究主题主要分布在海底矿产资源的开发利用、采矿方法研究与创新、采矿权管理与价值评估、露天矿山开采工艺研究、矿山环境污染与综合治理保护、采矿工程问题数值模拟研究与分析等领域。

关键词:采矿; 课题分析; 文献计量; 国家自然科学基金

中图分类号: TD801 文献标志码: A 文章编号: 1672-609X(2022)06-0007-05

Abstract: The National Natural Science Foundation of China (NSFC) is an important source of funds to support basic research in China's mining industry. The "13th Five-Year Plan" period (2016—2020) is an important upswing in the development of China's mining industry. Using bibliometric visualization and knowledge mapping, the content and article outputs of NSF projects during 2016—2020 are analyzed, and the scientific research development in the mining field in recent years are summarized in terms of project types, temporal trends, key projects, key areas, and research hotspots. It can be seen that the funding of the NSF for the mining industry in general shows a stable growth trend, which have funded a total of 1 936 mining-related scientific research projects of various types, with a total funding amount of 1.032 billion yuan, with research themes mainly distributed in the development and utilization of seabed mineral resources, mining method research and innovation, mining right management and value assessment, open pit mining process research, mining environment pollution and comprehensive management and protection, numerical simulation research and analysis of mining engineering problems, etc.

Key words: mining; subject analysis; bibliometrics; NSF

1 前言

矿产资源是国家重要战略资源,是保障人民生活正常运转的重要支柱。“十三五”(2016—2020年)期间是我国迈向创新强国的关键时期,采矿领域基础科学由量变到质变,由点向面实现了全方位的发展跨越^[1-2]。国家自然科学基金是我国科学研究领域最高层次的基金项目,代表国内学科发展的最高水平,同时也是国内科研

领域涉及最广,申请和资助数量最多的国家级科研项目之一。通过对采矿领域的自然科学基金项目进行分析,可以反映出国家在采矿领域的基础科研投入状况和发展动向,同时也能反映出这一领域的研究前沿和热点问题^[3-5]。本研究通过对2016—2020年度国家自然科学基金立项课题中采矿相关项目的回顾和总结,旨在了解国内采矿科研动态,把握采矿技术前沿方向,为相关研究工作的开展奠定基础。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源

根据国家自然科学基金委员会官方网站(<https://www.nsf.gov.cn/>)以及青塔自科云项目检索系统(<https://fund.cingta.com/>)发布的公开数据为数据来源,检索立项时间为2016—2020年度采

[作者简介] 张赛男,北京科技大学图书馆技术部主任,馆员,硕士,从事图书馆研究工作。

[基金项目] 北京高校图书馆研究基金重点项目“新媒体环境下图书馆创新服务策略研究”(编号 BGT2021001)

[引用格式] 张赛男,王瑜.基于文献计量的采矿领域“十三五”期间国家自然科学基金资助分析[J].中国矿山工程,2022,51(6):7-11.

矿领域及与采矿相关的国家自然科学基金研究项目。

2.2 研究方法

首先使用 SPSS、Excel 等软件对研究项目的类型、年份、申报领域、关键词以及研究热点等进行归纳总结与数据统计分析。然后在中国知网 (CNKI) 数据库对相应项目产出成果进行检索,共检索出文献 1 459 篇。根据项目关键词和产出文献关键词进行主题词提取,对出现频次排名靠前的主题词归纳为研究热点,最后利用 VOSviewer 对主题词进行共现网络可视化构建。

表 1 2016—2020 年国家自然科学基金立项采矿领域项目类型及金额

项目类型	项目数量/%	资助金额(万元)/%	平均资助金额(万元)
面上项目	847(43.75%)	50 756(49.18%)	59.92
青年科学基金项目	869(44.89%)	20 585(19.95%)	23.69
地区科学基金项目	114(5.89%)	4 387(4.25%)	38.48
重点项目	25(1.29%)	7 446(7.22%)	297.84
联合基金项目	20(1.03%)	3 738(3.62%)	186.90
国际地区合作与交流项目	18(0.93%)	1 600(1.55%)	88.89
优秀青年科学基金项目	10(0.52%)	1 290(1.25%)	129.00
应急管理项目	9(0.46%)	119(0.12%)	13.22
国家杰出青年科学基金	9(0.46%)	3 350(3.25%)	372.22
国家重大科研仪器研制项目	4(0.21%)	9 056(8.78%)	2 264.00
专项项目	6(0.31%)	70(0.07%)	11.67
重大研究计划	5(0.26%)	804(0.78%)	160.80
合计	1 936(100%)	103 201(100%)	53.31



图 1 2016—2020 年国家自然科学基金立项的采矿领域项目类型

基金、重点项目等为重要资助类型,平均每项受资助金额均超过了 200 万元,体现出较强的研究价值和意义。从年份上看,自 2016—2020 年每年总计立项数目逐年增加,其中青年基金立项占比增长显著,体现出良好的发展态势。

3 采矿领域“十三五”期间国家自然科学基金资助分析

3.1 项目总体情况

2016—2020 年采矿领域共获得国家自然科学基金立项 1 936 项,资助总金额达到 10.32 亿元,平均每项资助金额为 53.31 万元。项目类型及资助金额见表 1,各年度分布情况如图 1 所示。其中面上项目、青年科学基金项目 and 地区科学基金项目数量最多,占有项目比例的 94.52%,从资助金额上看,国家重大科研仪器研制项目、国家杰出青年科学

3.2 重点项目研究情况

国家自然科学基金重点项目是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,推动重要领域或科学前沿取得突破的项目。2016—2020 年采矿相关领域共受到国家自然科学基金资助的重点项目有 25 项,平均每项的资助强度为 297.84 万元。重点项目申报领域及单位见表 2,由表 2 可见分布领域为资源循环利用(7 项)、安全科学与工程(6 项)、矿山开采工程(5 项)、矿物工程与物质分离(4 项)、矿山开采基础理论(3 项)。其中资源循环利用领域立项数目与资助金额均名列第一,体现出我国采矿行业全面推行循环经济理念,构建多层次资源高效循环利用体系的总体要求,对保障国家资源安全,推动实现碳达峰、碳中和,促进生态文明建设具有十分重要的意义。

表2 2016—2020年国家自然科学基金立项的采矿领域重点项目

申报领域	项目数量	资助金额/万元	申报单位及数量
资源循环利用	7	2 080	天津大学(2)、清华大学(1)、中南大学(1)、中国科学院过程工程研究所(1)、西安建筑科技大学(1)、内蒙古科技大学(1)
安全科学与工程	6	1 810	中国矿业大学(2)、中国矿业大学(北京)(1)、北京科技大学(1)、西安科技大学(1)、昆明理工大学(1)
矿山开采工程	5	1 506	重庆大学(2)、中国矿业大学(2)、西安科技大学(1)
矿物工程与物质分离	4	1 150	北京科技大学(3)、中南大学(1)
矿山开采基础理论	3	900	中国矿业大学(1)、中国矿业大学(北京)(1)、北京科技大学(1)
合计	25	7 446	

3.3 各研究方向资助情况

2016—2020年国家自然科学基金项目采矿领域共覆盖了7个研究方向(二级代码),具体情况见表3。排名前5位的分别是安全科学与工程(569项)、矿物工程与物质分离(402项)、矿山开采工程(396项)、矿山开采基础理论(351项)、资源循环利用(153项),资助项目数量占总数的96.64%。在矿产资源开采中,安全指标是衡量矿山生产质量、生

产效益极为重要的因素,这一结论也在国家自然科学基金项目研究中体现。由表3可知在矿山安全科学与工程领域研究热点分别是矿井防灭火、采空区、安全检测、水力压裂和防尘等。近年来随着国内矿产资源开发规模不断增大,采矿强度不断提高,保证矿区的安全、稳定、可持续发展,对其进行全面的安全监管和有效的落实治理已经成为国内自上而下的一项重要研究内容。

表3 2016—2020年国家自然科学基金立项的采矿领域研究方向

申报领域	项目数量						排名前五的关键词及项目数
	2016	2017	2018	2019	2020	合计/%	
安全科学与工程	94	109	130	120	116	569(29.39%)	矿井防灭火(49);采空区(33);安全检测(29);水力压裂(26);防尘(20)
矿物工程与物质分离	83	77	75	92	75	402(20.76%)	浮选分离(37);表面吸附(17);矿物界面(13);过程强化(13);矿物分离(11)
矿山开采工程	85	58	86	86	81	396(20.45%)	深部开采(21);稳定性(20);巷道(13);膏体充填(12);围岩控制(10)
矿山开采基础理论	45	79	62	78	87	351(18.13%)	数值模拟(31);岩石力学(29);深部(26);巷道支护(21);巷道围岩(16)
资源循环利用	29	36	34	24	30	153(7.9%)	综合利用(14);有价金属(13);废旧锂离子电池(9);二次资源(8);固体废弃物(7)
矿山修复工程	6	11	7	12	14	50(2.58%)	重金属污染(7);复垦土壤(5);生物修复(4);砷污染(3);植被系统(3)
智能矿山	0	0	0	0	15	15(0.77%)	深度学习(3);状态监测(2);智能预警(2);智能调度(2);智能决策(2)
合计	342	370	394	412	418	1 936(100%)	

3.4 研究热点

根据项目关键词和产出文献关键词进行主题词提取,挑选出出现频次 ≥ 5 次的主题词,用VOSviewer软件进行网络聚类可视化分析,具体如图2所示。在该图中,每个圆表示一个关键词,而圆形的大小则表示该关键词的权值。圆形越大其

代表的权重也就越大,研究热度也就越高。按关键字内部的联结关系,将其聚类划分成6个集群。每个集群使用不同的颜色来表示,相同颜色的关键词属于同一个集群。从图中可以得出,采矿领域的国家自然科学基金研究主题大致分为6个集群,也就是6个子领域,分别为海底矿产资源

的开发利用、采矿方法研究与创新、采矿权管理与价值评估、露天矿山开采工艺研究、矿山环境

污染与综合治理保护、采矿工程问题数值模拟研究与分析。

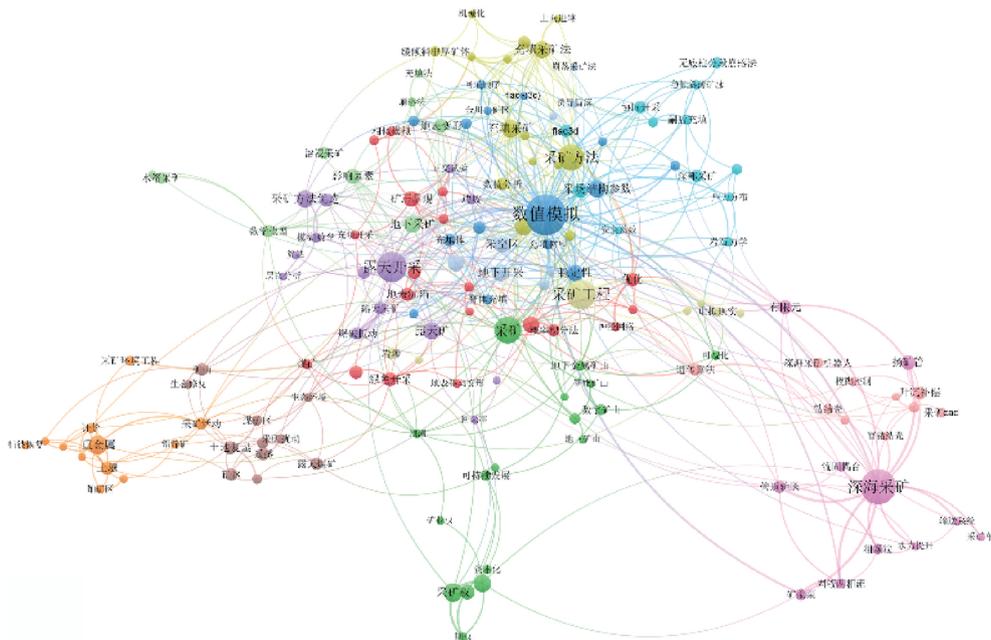


图2 2016—2020年国家自然科学基金采矿领域项目主题词共现网络

4 研究结论

综合以上分析,可以得到如下结论:

(1)“十三五”期间,采矿领域自然科学基金立项数量稳定增长,相较于其他学科,本领域青年科学基金项目占比最大(44.89%),5年内共有869项青年课题立项,总体资助金额近2.06亿元,表明越来越多的青年学者在采矿基础研究方面取得较好成绩。同时自然科学基金委对青年科学基金支持的力度也在逐年加大,特别是对“优青”“杰青”等青年人才项目资助力度显著提升,平均资助额度分别达到了129万元/项和372.22万元/项,使更多采矿领域青年科学家能够获得独立开展科学研究的机会,从而持续稳定的为国家培养青年“可塑之才”。

(2)建设资源循环型产业体系将成为采矿行业未来发展的重点。“十三五”期间国家自然科学基金重点资助项目中“资源循环利用”领域立项数目与资助金额均名列第一,与2015年相比,2020年我国主要矿产资源产出率提高了约26%,体现出我国采矿行业全面推行循环经济理念,构建多层次资源高效循环利用体系的总体要求。展望未来,采矿行业必须通过完善相关法规改革,在矿产资源开发利用中运用新技术、新工艺,针对矿山实际情况制定具体的对策和方针,建立健全绿色低碳循环发展经济

体系,为经济社会可持续发展提供资源保障。

(3)安全指标仍然是衡量矿山生产质量、生产效益极为重要的因素,这一结论也在国家自然科学基金项目中体现。2016—2020年共有569项安全科学与工程相关课题获得立项,占有采矿相关课题比例的29.39%。进入“十四五”发展阶段,矿山安全生产形势依然严峻复杂,面临着矿产品价格持续高位、复工复产相对集中、重大灾害日趋严重、采掘接续紧张等带来的风险和挑战。应该加快推进矿山安全科技进步及采矿智能化信息化建设,抓紧抓牢新一轮科技革命和产业变革带来的新机遇,有效防范化解重大安全风险,保护从业人员生命安全,全面提升矿山安全综合治理效能,实现矿山安全高质量发展。

(4)通过频次聚类法对基金项目中的主题词语进行聚类,能够反映出课题的研究重点和相关问题,而可视性的展示会使得研究的结果更为直观,便于研究者进一步深入地研究。“十三五”期间采矿领域的国家自然科学基金研究主题大致分为6个集群,也就是6个子领域。分别为海底矿产资源的开发利用、采矿方法研究与创新、采矿权管理与价值评估、露天矿山开采工艺研究、矿山环境污染与综合治理保护、采矿工程问题数值模拟研究与分析。从以上研究可以看出未来采矿技术将

逐渐向高效率、无灾害采矿趋势发展,通过无人化、智能化采矿模式实现连续回采、深部开采甚至海底资源开采的发展之路。

5 发展展望

“十四五”是我国采矿行业的重大转型发展阶段,《“十四五”规划》中明确指出,要加强矿山生态修复,提高矿产资源开发保护水平,发展绿色矿业,建设绿色矿山。同时,要加强战略性矿产资源规划管控,提升储备安全保障能力,实施新一轮找矿突破战略行动。结合采矿学研究特点,未来该领域基础研究的发展方向:(1)新基建加速布局,矿山智能化成为发展趋势。智能矿山基于现代智能化理念,关注效率问题、安全问题和效益问题,将物联网、云计算、大数据、人工智能、自动控制、工业互联网、机器人化装备等与现代矿山开发技术深度融合,形成矿山全面感知、实时互联、分析决策、自主学习、动态预测、协同控制的完整智能系统,实现矿井开拓、采掘、运通、分选、安全保障、生态保护、生产管理等全过程的智能化运行。(2)巩固强基,筑牢矿山安全防线。应急管理部、国家矿山安全监察局印发《“十四五”矿山安全生产规划》提出,到“十四五”末,要通过防范化解重大安全风险,有效遏制矿山重特大事故发生,保护从业人员生命安全,全面提升矿山安全综合治理效能,实现矿山安全高质量发展。这就要求行业加强对岩石力学等基础科学和重大灾害的机理、预测和控制的科学研究,提高安全监测信息化水平,并开展安全监测、预测和预警的技术和设备研究,保障矿山生产安全运行。(3)加强采矿相关环保研究,建设多维绿色矿山。“十四五”阶段,要坚持把“绿色矿山建设”作为新的“生存工程”来抓,从

环境治理、节能降耗、科技创新、矿区亮化、社区关系等方面进行细化,通过科技创新的手段进一步赋能绿色矿山建设,利用新技术新方法,应用于矿山环境恢复治理工作中。从而扎实推进生态文明建设,坚定不移走生态优先、绿色发展之路。

本文以国家自然科学基金中“工程与材料科学学部”包含的“冶金与矿业”一级学科为研究对象,讨论在此一级学科之下立项的采矿相关专业项目,并不包含与采矿有关的其他学科代码项目内容,有些则是以课题名称来抽取关键词,因此在研究中存在一些局限性。本研究将持续深入地发掘和梳理采矿领域的项目数据和研究热点,以便为广大采矿行业工作者提供更为全面的信息。

[参考文献]

- [1] 邹友峰,陈俊杰,张子月. 矿山开采沉陷类项目基金资助现状与学科发展方向展望——基于国家自然科学基金资助的视角[J]. 河南理工大学学报(自然科学版),2017,36(6):1-7.
- [2] 陈绍杰,朱旺喜,李军. 2004—2013年开采沉陷类国家自然科学基金项目分析[J]. 山东科技大学学报(自然科学版),2014,33(6):58-62.
- [3] 冯勇,谢焕瑛,车成卫,等. 国家自然科学基金成果应用贯通机制的探索与实践[J]. 中国科学基金,2022,36(5):754-758.
- [4] 冯勇,谢焕瑛,蔡乾和,等. 国家自然科学基金重大项目绩效评价探析及政策思考[J]. 中国科学基金,2022,36(3):483-488.
- [5] 袁瑞甫,朱旺喜,李军. 近5年矿业领域国家自然科学基金自由申请项目统计及研究热点分析[J]. 中国科学基金,2013,27(2):111-115.