

· 基金纵横 ·

# 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

袁瑞甫<sup>1</sup> 朱旺喜<sup>2</sup> 李 军<sup>2</sup>

(1 河南理工大学能源科学与工程学院, 焦作 454003;

2 国家自然科学基金委员会工程与材料科学部, 北京 100085)

## 1 引言

矿业为国民经济提供主要能源和原材料,是人类社会赖以生存和发展的基础产业,是工业的命脉。矿产资源的开采和利用是一门古老又现实的学科,它随着时代和科技进步不断发展和完善。长期以来,矿业领域的技术和科研人员在采矿方法、矿业安全、环境保护、机械化以及资源高效利用等方面取得了卓有成效的成就,使我国矿业领域的基础理论研究处于国际领先水平。

进入新世纪以来,由于国民经济的快速发展,我国矿业经历了前所未有的10年黄金时期,资源开采量和利用量大大增加。以煤炭为例,1999年全国煤炭产量为10亿吨,到2011年产量增加到35.2亿吨,接近全世界煤炭产量的50%,全国煤炭消费总量达到35.7亿吨。资源开采和利用的快速发展又带来了许多新的研究课题,如资源储量逐步向地下深部转移带来的深部开采问题、超大规模超大强度开采带来的岩层强烈活动问题、资源开采和利用过程中的安全问题、高强度资源开采和利用对环境的影响问题等。与此同时,由于矿业的蓬勃发展,吸引了大批具有高学历的青年科技工作者投身其中,从事矿业领域研究的科技人员数量大大增加。如何根据当今矿业形势和存在问题,结合自身研究基础,选择合适的科研方向是科技工作者进行科学研究所面临的首要问题。

国家自然科学基金(以下简称科学基金)是我国基础研究领域最高层次的科学基金项目,也是涉及研究领域最广、申请及资助数量最多的国家级项目。由于其管理规范、评审程序客观公正、对申请人限制

性条件要求较少、申请数量不限,所以承担科学基金项目的数量和级别是反映科研单位自然科学研究水平的重要指标。某一领域或某一研究方向科学基金项目的申请及资助数量也反映了该领域近期的研究热点问题,因此对近几年科学基金项目进行总结和分析,能为科研工作者尤其是青年科研工作者找准研究方向,探索新的研究领域,申请高级别研究课题提供参考。

本文通过统计近5年矿业领域自由申请科学基金项目(主要包括面上科学基金和青年科学基金)的申报和资助情况,分析矿业领域的研究热点问题,总结此领域科研方向的主要发展趋势。

## 2 申报和资助情况

矿业领域科学基金项目划归工程与材料科学部工程一处管理,自2008年学科代码调整后,实施现行的申请代码和研究方向分类<sup>[1]</sup>,其中矿业领域涉及的申请代码为E0401—E0411,主要包括固体矿床开采(地下、露天)、石油及天然气开采、地下工程、矿山岩体力学、安全科学与工程、矿物加工等几个方面。

### 2.1 总体情况

(1) 申报情况统计及分析。近5年,矿业领域科学基金申报数量增幅很快,年增长率达到26.7%,其中青年科学基金增长迅猛,年增长率达到44.6%,2009年、2010年和2011年青年科学基金增幅分别达到了56.3%、41.5%和63.3%,表明这3年从事矿业领域科学研究的青年科技工作者迅速增加(见表1、图1、图2)。2012年度青年科学基金申请数量增长放缓,但面上项目申请数量增幅突升,首次超过青年科学基金的增长率,表明前几年参加工作的青年科技工作者因获得青年科学基金资助或因

本文于2012年11月9日收到。

超过申请青年科学基金年龄,转而开始申请面上项目,面上项目的竞争更加激烈,可以预计这一趋势会

在今后几年持续,另外面上项目资助额度的增大也是重要的影响因素。

表1 矿业领域近5年申报数量及增长情况统计

类别	2008年		2009年		2010年		2011年		2012年	
	申报数量	增长率	申报数量	增长(%)	申报数量	增长率(%)	申报数量	增长率(%)	申报数量	增长率(%)
面上项目	424	—	517	21.9	573	10.8	678	18.3	875	29.1
青年基金	128	—	200	56.3	283	41.5	462	63.3	543	17.5
总计	552	—	717	29.9	856	19.4	1140	33.2	1418	24.4

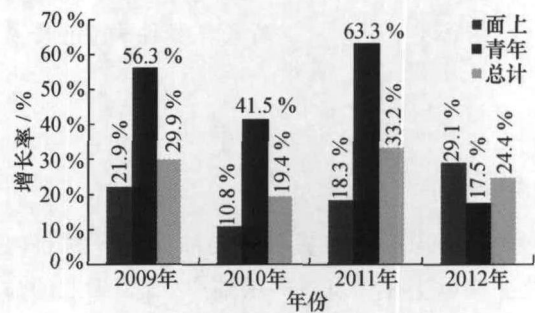
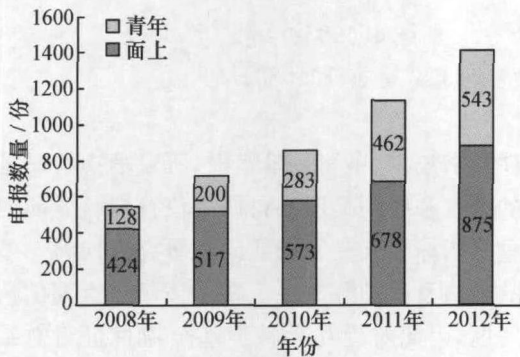


图1 申报数量统计

图2 增长率统计

(2) 资助情况统计及分析。虽然近几年矿业领域科学基金申报数量增幅较大,但总的资助率没有太大变化(见表2),基本保持在19%左右,青年科学

基金资助率一般高于面上项目4—6个百分点,近5年青年科学基金和面上项目的平均资助率分别为23.1%和17.2%。

表2 矿业领域近5年资助数量及资助率统计

类别	2008年		2009年		2010年		2011年		2012年	
	资助数量	资助率(%)	资助数量	资助率(%)	资助数量	资助率(%)	资助数量	资助率(%)	资助数量	资助率(%)
面上项目	66	15.6	75	14.5	112	19.5	128	18.9	151	17.3
青年基金	33	25.8	43	21.5	63	22.3	107	23.2	124	22.8
总计	99	17.9	118	16.5	175	20.4	235	20.6	275	19.4

2.2 各研究方向申报和资助情况

(1) 申报情况。表3和图3列出了2008—2012年矿业领域各研究方向(按申请代码统计)的申报数量及变化趋势。矿业领域的申报项目主要集中在安全科学与工程(E0410)、石油天然气开采(E0403)、矿物工程与物质分离(E0411),矿山岩体力学与岩层控制(E0409)、煤炭地下开采(E0402)这几个研究方向。其中安全科学及工程申报数量最多,近几年增幅也比较大,可见矿业领域安全方面的基础研究仍是重中之重。石油天然气开采近3年增幅最大,申报数量仅次于安全科学与工程方向。

表3 近5年矿业领域分代码申报数量统计

代码	研究方向	年份				
		2008	2009	2010	2011	2012
E0401	金属与非金属地下开采	30	37	24	41	34
E0402	煤炭地下开采	50	67	78	99	113
E0403	石油天然气开采	98	95	130	198	276
E0404	化石能源储存与输送	10	20	30	34	56
E0405	露天开采与边坡工程	8	22	25	30	39
E0406	海洋、空间及其他矿物资源开采与利用	9	12	13	19	19
E0407	钻井工程与地热开采	35	35	48	72	91
E0408	地下空间工程	10	9	12	19	29
E0409	矿山岩体力学与岩层控制	61	78	103	122	156
E0410	安全科学与工程	150	206	232	319	376
E0411	矿物工程与物质分离科学	90	136	161	186	229

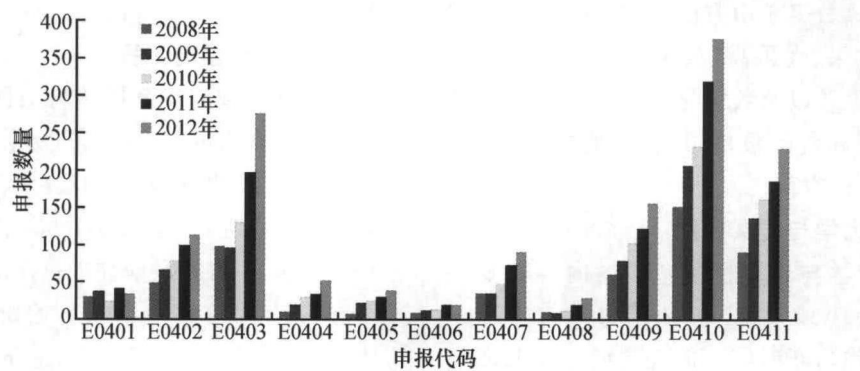


图 3 近 5 年分代码申报数量柱状图

(2) 资助情况统计及分析。表 4 和图 4 列出了矿业领域各申请代码近 5 年的资助数量和资助率。总体来看,大部分研究方向的资助率保持稳定,与平均资助率相差不大。石油天然气相关方向(E0403、E0404、E0407)的资助率普遍低于平均值,地下空间工程(E0408)、煤炭地下开采(E0402)和矿山岩体力学(E0409)3 个方向近 5 年资助率均明显高于平均值,安全科学与工程(E0410)与矿物加工(E0411)两个方向基本与平均资助率保持持平,非煤矿床地下开采(E0401)、露天与边坡(E0405)、海洋和空间(E0406)3 个方向由于申报和资助数量很少,每年资助数量都在 10 项以内,所以资助率变化较大,但其对平均资助率影响不大。

表 4 近 3 年矿业领域分代码资助数量及资助率统计

代码	2008 年		2009 年		2010 年		2011 年		2012 年	
	资助数量	资助率 (%)	资助数量	资助率 (%)	资助数量	资助率 (%)	资助数量	资助率 (%)	资助数量	资助率 (%)
E0401	4	13.3	3	8.1	5	20.8	8	19.5	4	11.8
E0402	13	26.0	9	13.4	18	23.1	25	25.3	24	21.2
E0403	16	16.3	17	17.9	25	19.2	43	21.7	50	18.1
E0404	1	10.0	2	10.0	4	13.3	6	17.6	9	16.1
E0405	3	37.5	3	13.6	6	24.0	6	20.0	6	15.4
E0406	3	33.3	2	16.7	2	15.4	4	21.1	4	21.1
E0407	6	17.1	8	22.9	10	20.8	13	18.1	17	18.7
E0408	0	0.0	2	22.2	3	25.0	5	26.3	7	24.1
E0409	15	24.6	14	17.9	23	22.3	28	23.0	36	23.1
E0410	22	14.7	32	15.5	48	20.7	60	18.8	72	19.1
E0411	16	17.8	23	16.9	31	19.3	37	19.9	46	20.1

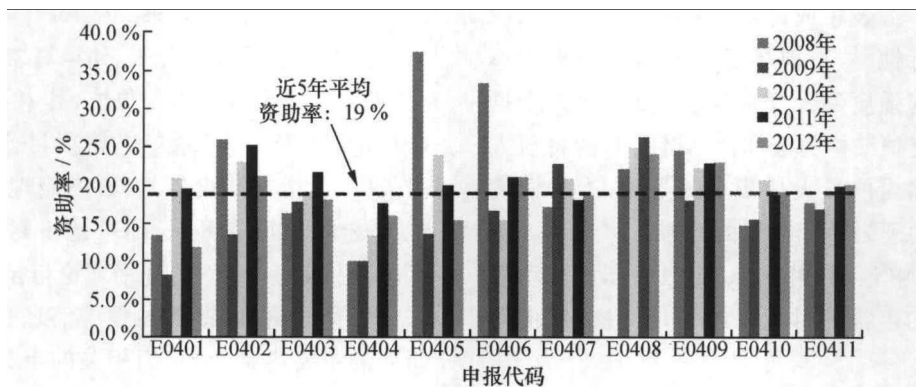


图 4 近 3 年分代码资助率统计表

### 3 研究热点统计与分析

自由申请项目允许申请者在学科范围内自主选择研究方向和研究题目,因此,自由申请项目申报情况可以客观地表现出近期相关学科领域的研究热点问题。根据矿业领域所包含的研究方向以及历年申报情况,把近 5 年矿业领域自由申请项目的研究方向分为以下 5 个方面进行统计和分析:固体矿床开采方法、矿山岩体力学与岩层控制、安全科学与工

程、石油及天然气开采、矿物加工与物质分离。

#### 3.1 固体矿床开采方法

固体矿床开采主要包括煤炭地下开采、非煤矿床地下开采以及露天开采 3 个方向。近 5 年申请数量基本保持稳定,增长率明显低于平均值,金属矿床地下开采方向的申报数量近 5 年甚至没有增长,表明经过多年的理论和技术研究,我国各类矿床的开采方法已基本成熟稳定,申请项目主要集中在一些新兴开采技术和特殊条件下的开采方法,如非煤矿床开采近 3 年主要的资助项目集中在溶浸开采、充填

开采理论与技术、数字矿山方面,煤炭开采主要集中在煤与煤层气共采、大采高(放顶煤或一次采全高)技术、采矿机械设备以及数字化矿井等方面,露天矿开采近几年申报和资助数量很少,主要集中在边坡(或尾矿库)稳定性方面。

### 3.2 矿山岩体力学与岩层控制

矿山岩体力学与岩层控制包括的内容较多,主要有岩石力学特性、矿山压力、岩层移动与控制、巷道维护、岩石损伤与断裂等。进入新世纪以来,由于浅部资源日益枯竭,深部复杂高应力条件下的岩石力学问题已成为岩体力学方向研究的主流,近5年申请项目题目中包括“深部”、“深井”等关键词的申请书所占比例达到了30%。

深部岩石体处于“三高一扰动(高应力、高温、高渗透压力、强开采扰动)”的复杂条件下,以往对“三高”的关注较多,国家自然科学基金委员会也于2004年资助了“深部开采岩体力学基础研究与应用”重大项目(2008年度结题)。经过科研人员的不懈努力,取得了较丰富的研究成果<sup>[2]</sup>。深部岩体本身积聚有较大能量,开采时引起的“强动力扰动”对于诱发能量释放从而形成灾害性的动力响应是引发深部动力灾害的关键因素之一。近几年“一扰动”受到越来越多的关注,如在理论和实验方面从原来的准静态加载到冲击破坏或冲击-静载组合方式来研究岩石的力学特性<sup>[3]</sup>,在现场工程方面从原来的单纯加强支护结构强度到大变形支护、吸能支护来抵抗震动扰动对支护结构的破坏<sup>[4,5]</sup>,甚至有的科研人员利用深部岩体内能量大量积聚的条件,人为诱发能量释放来辅助硬岩矿产资源的开采<sup>[6]</sup>。在近3年与此相关(题目中包括“冲击”、“动力扰动”、“动载荷”等关键词)的申报项目越来越多,所占的比例均超过了30%。

此方向的另一个研究热点是多场耦合问题,这一问题在20世纪90年代末期受到关注<sup>[7]</sup>。由于地下岩体受到应力、水、气、热等多重因素的作用,固体岩石的物理响应与其他因素之间的关系以及各因素之间的相互作用是岩石力学的难点和热点问题,与此问题相关的申请项目也占了相当的比例。涉及到多场耦合的一个较新的问题是深部煤炭资源的低成本开采和利用。目前我国煤炭主要开采1500 m以上浅的资源,但有相当储量的煤炭埋深在1500 m以下,以目前的煤炭价值和开采技术条件认为难以开采,因此,有的学者已经关注利用深部煤炭作为封存CO<sub>2</sub>的媒介或者利用地面有害的CO<sub>2</sub>置换深部煤

炭内的煤层气资源等问题。

### 3.3 安全科学与工程

矿业领域的安全科学与工程方向主要是针对资源开采和利用过程中出现的安全问题,包括4个子方向:通风与防尘(E041001)、突水与防灭火(E041002)、岩爆与瓦斯灾害(E041003)、安全检测与监控(E041004)。安全科学与工程在矿业领域的申报数量最多,近年来许多申请项目的研究内容与资源开采方法、岩体力学、岩层移动、地下工程等方向交叉在一起,表现出了从单纯的解决安全问题向从资源开发理论和技术的源头寻求解决方法的趋势。

与瓦斯相关的研究项目申请数量最多,近5年在此方向所占比例均超过了25%。瓦斯突出等动力灾害的理论、预测和治理方面的研究是瓦斯相关项目的主要热点,采动岩层活动与瓦斯运移关系、煤层增透与瓦斯抽采是申请项目的另一个研究热点。安全检测与监控方面的项目近几年增长较快,2012年增幅超过了40%,利用先进的自动化技术、信息技术、通讯技术分析安全问题的前兆信息,提高安全管理水平是矿业安全问题研究的一个重要方向。在防尘降尘方面,针对机械化大规模开采产尘量大而进行高效降尘除尘方面的理论和技术研究受到较多的关注。

### 3.4 石油及天然气开采

此方向包括油气开采、储运、钻井技术等几个方面,近3年申请数量增幅很快,其中石油天然气开采(E0403)占据了大多数,申请项目研究内容涵盖范围较广,包括钻井设备、岩石渗流理论、驱油(气)理论与技术、煤层气开采、CO<sub>2</sub>地下封存、信息监测技术等。目前,页岩气的开采理论与技术、深部低渗难采油气资源驱替、钻井过程的信息自动监测采集是研究的主要热点,与它们相关的申报项目占据了此方向的绝大部分。

### 3.5 矿物加工与物质分离

此方向主要包括矿物粉碎、矿物加工、矿物分离以及矿物材料等几个方面,近3年增幅稳定,基本与平均增长率持平。资源高效环保利用、磁选技术、生物分离技术等是近几年申请项目的研究热点。

此外,随着新能源开发和利用的发展以及新的技术手段的兴起,一些较新的研究问题虽然近几年申请数量所占比例较少,但是代表了今后几年科学基金资助的重点方向,比如:地下热能开发、空间(月球)资源开发、天然气水合物(可燃冰)开发利用、煤矿乏风低浓度CH<sub>4</sub>提纯利用、资源绿色开采和利用

等。这些新的研究方向以及前述分析的矿业领域各方向的研究热点问题,大部分也列入了“未来10年中国学科发展战略”的优先资助方向<sup>[8]</sup>。

#### 4 结论

对矿业领域近5年申请和资助的科学基金项目进行了统计分析,根据近5年申请项目的研究内容分析了矿业领域几个研究方向的主要研究热点问题,得到结论如下:

(1) 近5年,矿业领域科学基金项目申报数量一直保持快速增长,年增长率达到26.7%,青年科学基金项目增幅更大,平均增长率达到44.6%。

(2) 矿业领域的申报项目主要集中在安全科学与工程、石油天然气开采、矿物工程与物质分离,矿山岩体力学与岩层控制、煤炭地下开采等几个方向。

(3) 深部复杂高应力条件下的岩石力学问题,“强动力扰动”诱发岩体能量释放致生动力灾害问题,瓦斯突出的理论、预测和治理,页岩气开采理论

与技术,资源高效环保利用等是近几年矿业领域科学基金项目的研究热点问题。

#### 参 考 文 献

- [1] 国家自然科学基金委员会. 2012年度国家自然科学基金项目指南. 北京:科学出版社, 2011. 11.
- [2] 何满潮,钱七虎等. 深部岩体力学基础. 北京:科学出版社, 2010. 8.
- [3] 李夕兵,周子龙,叶州元等. 岩石动静组合加载力学特性研究. 岩石力学与工程学报, 2008, 27(7): 1387—1395.
- [4] 窦林名,陆莱平,牟宗龙等. 煤岩体的强度弱化减冲理论. 河南理工大学学报, 2005, 24(3): 169—175.
- [5] 潘一山,吕祥锋,李忠华. 煤矿冲击地压巷道吸能支护研究. 塑性力学新进展——2011年全国塑性力学会议论文集, 2011. 10.
- [6] 李夕兵,姚金蕊,宫凤强. 硬岩金属矿山深部开采中的动力学问题. 中国有色金属学报, 2011, 21(10): 2251—2563.
- [7] 孙钧. 世纪之交的岩石力学研究. 面向国民经济可持续发展战略的岩石力学与岩石工程——中国岩石力学与工程学会第五次学术大会论文集, 1998. 11.
- [8] 国家自然科学基金委员会,中国科学院. 未来10年中国学科发展战略——工程科学. 北京:科学出版社, 2012. 1.

### STATISTICS ON FREE APPLICATION PROJECTS OF NATIONAL NATURAL SCIENCE FOUNDATION IN MINERAL FIELD AND ANALYSIS ON THE RESEARCH FOCUS

Yuan Ruifu<sup>1</sup> Zhu Wangxi<sup>2</sup> Li Jun<sup>2</sup>

(1 School of Energy Science and Engineering, Henan Polytechnic University, Jiaozuo 454000;

2 Department of Engineering and Materials Sciences, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085)

(上接第93页)

#### 参 考 文 献

- [1] NAE Website, www.nae.edu
- [2] National Academy of Sciences, www.nasonline.org

- [3] IBM Annual Report. <http://www.research.ibm.com/>
- [4] US Patent and Trademark Office. <http://www.uspto.gov/patft/index.html>

### ACADEMIC CONTRIBUTION OF MIT & STANFORD'S NAE MEMBERS AND ITS EXPERIENCES ON CONSTRUCTING UNIVERSITY'S ENGINEERING SCIENCE

Liao Rikun Liu Chao Zhou Hui Fan Shaofeng

(Office of Scientific Research, Peking University, Beijing 100871)

**Abstract** Massachusetts Institute of Technology and Stanford University are both top universities in the world, and they have the largest number of NAE (National Academy of Engineering) members in U. S. universities. The paper takes these two universities as examples, to analyze the academic contribution of their NAE members in terms of engineering discipline, who with high impact papers and not too much of patents. The analysis demonstrates that the engineering research in university should mainly focus on “Engineering Science” rather than “Technology Development”, and the main part of “Technology Development” should be the enterprises.

**Key words** engineering science, engineering technology, MIT, Stanford