

李薇,张海东,戴国华,等. 2020年度地球化学学科基金项目评审与资助成果分析[J].地球科学进展,2020,35(11):1154-1162.DOI:10.11867/j.issn.1001-8166.2020.090.[Li Wei, Zhang Haidong, Dai Guohua, et al. An introduction to the project reviews and grants under Division of Geochemistry, Department of Earth Sciences, National Natural Science Foundation of China in 2020[J].Advances in Earth Science, 2020, 35(11): 1154-1162.DOI:10.11867/j.issn.1001-8166.2020.090.]

2020年度地球化学学科基金项目评审 与资助成果分析

李薇,张海东,戴国华,刘小驰

(国家自然科学基金委员会地球科学部,北京 100085)

摘要:分析2020年度国家自然科学基金委员会地球科学部地球科学二处地球化学学科(申请代码:D03)所管理的面上项目、青年科学基金项目、地区科学基金项目、重点项目、国家杰出青年科学基金项目和优秀青年科学基金项目等的申请与资助情况,以及2019年度结题项目的主要成果和研究进展。

关键词:地球化学;评审资助;成果统计

中图分类号: P59

文献标志码: B

文章编号: 1001-8166(2020)11-1154-09

2020年度,国家自然科学基金委员会(以下简称“基金委”)地球科学部地球化学学科共收到项目申请860项,包括面上项目339项、青年科学基金项目(以下简称“青年基金”)320项、地区科学基金项目(以下简称“地区基金”)58项、国家杰出青年科学基金项目(以下简称“杰青项目”)32项、优秀青年科学基金项目(以下简称“优青项目”)41项、学部优先资助领域“资源能源形成理论及供给潜力”重点项目70项。本文主要介绍这些项目受理和资助的基本情况,其中面上项目和重点项目开展了依据4类科学问题属性的分类评审。另外,还简要介绍了2019年度结题项目的资助成果概况和主要研究进展。

1 面上项目、青年基金和地区基金申请情况

2020年地球化学学科收到面上项目、青年基金和地区基金申请共717项。由于申请代码的一系列调整,近年来地球化学学科此3类项目的申请数量

起伏较大。2020年度申请总数量比2019年增加34项,增长率为5.0%。其中面上项目增加20项,增长率为6.3%;青年基金增加15项,增长率为4.9%;地区基金数量相对稳定。

1.1 学科分布

2020年度面上项目、青年基金和地区基金项目申请数量最多的是同位素地球化学(D0301, 157项),其次为矿床地球化学(D0304, 136项)、生物地球化学(D0312, 95项)和岩石地球化学(D0303, 89项)。这4个二级代码在地球化学中优势明显,约占申请总量的2/3(66.5%)。与2019年类似,2020年化学地球动力学(D0314)、气体地球化学(D0308)和纳米与分子地球化学(D0313)仍是申请量最少的二级学科,3个二级代码仅占申请总量的2.6%(表1)。

1.2 依托单位分布

近年来,面上项目、青年基金和地区基金3类项目申请的依托单位数量保持连年增长趋势。2020年3类项目共依托219个注册单位申报,比2019年(212个)增加7个。3类项目申请数达到10项以上

收稿日期:2020-09-18;修回日期:2020-10-25.

作者简介:李薇(1971-),女,山东青岛人,研究员,主要从事物理海洋学研究和科学基金管理工作. E-mail: liwei@nsc.gov.cn

的单位 15 个,与 2019 年相同。项目申请量排名前 15 的依托单位如表 2 所列。

中国科学院地球化学研究所、中国科学院广州地球化学研究所、中国地质科学院矿产资源研究所、中国地质大学(武汉)、中国科学院地质与地球物理研究所和中国科学技术大学 6 个单位的 3 类项

目申请数量多年一直保持在前 10 位。值得一提的是,近 2 年,东华理工大学和桂林理工大学均跻身申请量前 10 位,且以青年基金申请量占优势。这一方面反映了地球化学学科领域基金项目申请的主力军基本处于稳定状态,另一方面也说明了在区域科技布局调整和人才流动等因素的驱动下,依托单位

表 1 2016—2020 年度地球化学学科面上项目、青年基金和地区基金项目学科分布(按二级代码分类)^[1-4]
Table 1 The disciplines distribution of the project managed by the Division of Geochemistry, Department of Earth Sciences from 2016 to 2020 (classified by secondary application code)^[1-4]

代码	二级代码名称	2016年项目数 /项	2017年项目数 /项	2018年项目数 /项	2019年项目数 /项	2020年项目数 /项	2020年较2019年 变幅/%
D0301	同位素地球化学	107	112	117	148	157	+6.1
D0302	微量元素地球化学	13	18	32	35	43	+22.9
D0303	岩石地球化学	66	79	66	99	89	-10.1
D0304	矿床地球化学	110	93	104	142	136	-4.2
D0305	同位素和化学年代学	30	30	32	30	40	+33.3
D0306	实验地球化学和计算地球化学	36	26	32	32	38	+18.8
D0307	宇宙化学与比较行星学	19	28	19	23	18	-21.7
D0308	气体地球化学*			17	14	6	-57.1
D0309	油气地球化学**				19	28	+47.4
D0310	有机地球化学**				33	28	-15.2
D0311	沉积地球化学**				13	26	+100.0
D0312	生物地球化学**				81	95	+17.3
D0313	纳米与分子地球化学**				12	13	+8.3
D0314	化学地球动力学**				2	0	-100.0
	合计	381	386	419	683	717	+5.0

注:*为 2018 年新设二级代码;**为 2019 年新设二级代码

表 2 2020 年度地球化学学科面上项目、青年基金和地区基金项目依托单位申请情况
Table 2 The applications of General Program, Young Scientists Fund and Fund for Less Developed Regions managed by the Division of Geochemistry, Department of Earth Sciences in 2020 (sorted by the host institutions of applicants)

序号	依托单位	面上项目/项	青年基金/项	地区基金/项	合计/项
1	中国科学院地球化学研究所	31	10	0	41
2	中国科学院广州地球化学研究所	18	14	0	32
3	东华理工大学	3	21	7	31
4	中国地质科学院矿产资源研究所	16	6	0	22
5	中国地质大学(武汉)	13	8	0	21
6	中国科学院地质与地球物理研究所	10	10	0	20
7	中国科学技术大学	14	5	0	19
8	桂林理工大学	4	7	6	17
9	中国地质大学(北京)	13	4	0	17
10	成都理工大学	10	5	0	15
11	贵州大学	2	2	8	12
12	天津大学	5	7	0	12
13	中国地质科学院地质研究所	10	2	0	12
14	中国地质调查局天津地质调查中心	5	6	0	11
15	中国科学院青海盐湖研究所	6	4	0	10
16	其余 204 家单位	179	209	37	425

间的竞争态势越来越明显。

1.3 科学问题属性分布

2020年基金委继续试点基于4类科学问题属性的分类评审工作,即A类“鼓励探索、突出原创”、B类“聚焦前沿、独辟蹊径”、C类“需求牵引、突破瓶颈”、D类“共性导向、交叉融通”。按4类科学问题属性统计,2020年度地球化学学科面上项目、青年基金和地区基金的申请数量以B类最多,占总申请数量的55.2%,其次是C类(18.4%)和A类(16.7%),D类最少(9.6%)(表3)。可见,目前大多数项目的科学问题源于世界科技前沿的热点、难点和新兴领域,且具有鲜明的引领性或开创性特征,旨在通过独辟蹊径取得开拓性成果,引领或拓展科学前沿。

表3 2020年度地球化学学科按4类科学问题属性统计的面上项目、青年基金和地区基金申请项目数量
Table 3 The applications managed by the Division of Geochemistry, Department of Earth Sciences sorted by the four natures of science topics in 2020

类别	面上项目/项	青年基金/项	地区基金/项	合计/项	比例/%
A类	50	59	11	120	16.7
B类	209	164	23	396	55.2
C类	59	59	14	132	18.4
D类	21	38	10	69	9.6
合计	339	320	58	717	100.0

2 其他类型项目申请情况

2020年度地球化学学科共接收杰青项目申请32项,比2019年度增加9项,增幅39.1%(地球科学部增幅为20.5%)。女性申请人5人(占15.6%)。申请人出生年份的中位数是1978年。杰青项目的申请代码主要分布于同位素地球化学(D0301,9项)、生物地球化学(D0312,6项)和宇宙化学与比较行星学(D0307,4项)。岩石地球化学(D0303)、同位素和化学年代学(D0305)以及油气地球化学(D0309)各有3项。

2020年度地球化学学科共接收优青项目申请41项,比2019年度增加8项,增幅24.2%(地球科学部增幅为12.8%)。女性申请人7人(占17.1%)。申请人出生年份的中位数是1984年。优青项目的申请代码主要分布于矿床地球化学(D0304,12项)、同位素地球化学(D0301,7项)、岩石地球化学(D0303,7项)、生物地球化学(D0312,7项)。

2020年度,地球化学学科负责协调的重点项目领域“资源能源形成理论及供给潜力”共接收项目

申请70项,其中地球化学学科申请8项。

3 项目初审和同行评议概况

3.1 受理情况

经初审,2020年度地球化学学科面上项目和地区基金分别有2项和1项不予受理,占申请总数的0.42%。主要原因是:①申请书缺页或缺项(申请人将撰写提纲部分文字删除或改动);②申请人或主要参与者填写的单位或职称信息不一致。另有1项优青项目未通过初审,原因是申请人同年申请和参与申请项目未使用唯一身份证件。2020年因防控新冠肺炎疫情的需要,所有项目实施无纸化申请,避免了往年项目申请书中存在的缺少依托单位或合作单位公章以及缺少推荐信、承诺函原件等问题,因此不予受理的比例较2019年(2.20%)大幅降低。面上项目、青年基金和地区基金正式受理项目申请的数量分别为:337项、320项和57项,3类合计714项。

3.2 通讯评审综合情况

依据《国家自然科学基金条例》和《国家自然科学基金项目评审回避与保密管理办法》,地球化学学科借助智能辅助指派系统,对所有受理项目遴选同行专家进行通讯评审。按照地球科学部统一部署,面上项目、青年基金和地区基金均选择5位同行专家评审,共计指派3570项次评审任务,选用1050位专家。每位通讯评审专家平均评审3.4份。通讯评审意见的返回率为100%。在收到的3570份评审意见中,综合评价为“优”的1241份,占34.8%;综合评价为“良”的1409份,占39.5%;综合评价为“中”的831份,占23.3%;综合评价为“差”的89份,占2.5%。资助意见为“优先资助”的1395份,占39.1%;资助意见为“可资助”的1255份,占35.2%;资助意见为“不予资助”的920份,占25.8%。

3.3 面上项目分类评审情况

对受理的337项面上项目,按4类科学问题属性进行分类评审。A、B、C、D类项目申请分别为50、208、59和20项,占比为14.8%、61.7%、17.5%和5.9%。

基于不同科学问题属性的内涵、国家需求和社会贡献等指标,试点确定了地球化学学科依据4类科学问题属性遴选评审专家的标准:

A类项目评审专家应具有(但不限于)以下水平和能力:①熟悉学科前沿方向,了解学科新研究领域和新技术方法;②能引领国内相关学科的发展方向;③主持过基金委重要的研究项目或人才项目或

具有原创性的同类项目,发表过具有原创性的研究成果。

B类项目评审专家应具有(但不限于)以下水平和能力:①熟悉学科的重点、难点和新兴领域;②科研水平得到国内外同行的广泛认可,发表过高水平科研论文;③获批过自然科学基金委同类项目。

C类项目评审专家具有(但不限于)以下水平和能力:①清楚国家重大需求以及技术瓶颈背后的核心科学问题;②承担或参与过国家重大建设、研发等项目。

D类项目评审专家应有不同专业的学习、工作背景,且其研究领域涉及多学科交叉,也可考虑指派非本学科的专家进行评审。

2020年度地球化学学科面上项目依据上述4类标准进行了通讯评审专家指派工作。需要说明的是,部分申请书对科学问题属性的理解和选择存在偏差。如部分科学问题属性选择D类的项目,通讯评审意见指出,无论研究内容还是研究方法,都不具备明显的学科交叉属性。为更加精准地遴选评审专家,项目申请人应重视项目科学问题属性的选择,选择最相符、最侧重、最能体现项目特点的科学问题属性。

4 送审项目情况

4.1 送审标准

根据通讯评审情况,地球化学学科对项目申请进行排序和分类。排序指标是平均分、综合评价和资助意见。根据年度资助计划,按照《2020年度科学基金项目评审工作意见》所要求的比例,确定了提交会议评审重点讨论的项目(简称送审项目)。遴选送审项目的原则是:严格以排序指标的客观化标准为依据;对于面上项目,考虑科学问题属性因素;在疫情防控期间,考虑评审组专家工作强度压力的实际情况,控制审议项目比例。

具体标准为:①青年基金和地区基金,平均分大于等于3.6分或平均分等于3.4分且至少3个优先资助的,列为审议项目;②面上项目中,科学问题属性为B类的项目申请,标准同①;③面上项目中,科学问题属性为A、C、D的项目申请,平均分大于等于3.4分,列为审议项目。

按照基金委的要求,地球化学学科进行了申请书相似度检查工作。在学科建议的送审项目范围内,没有项目达到学部规定的相似度检查阈值。

4.2 送审项目数量与分布

根据地球科学部确定的资助计划分配方案,地球化学学科面上项目、青年基金和地区基金的拟资助数分别为82项、67项和9项。按照4.1节所确定的送审标准,3类项目的送审数分别为119项、93项和12项,送审率(指送审项目与拟资助项目的百分比)为145.1%、138.8%和133.3%(表4)。

3类项目的平均送审比例(指送审项目占受理项目的比例)为31.4%(表5)。其中,面上项目、青年基金和地区基金的送审比例分别为35.3%、29.1%和21.1%,这主要是由不同类型项目的计划资助率决定的(表4)。

按照二级代码统计,送审率最低为15.4%(D0311)、最高为42.1%(D0306),似乎差异较大(表5)。但仔细分析可发现,受理量前6位的二级代码(项目数大于等于40项),其送审比例实际是相对均衡的[按受理量从高到低依次为(D0301,157项,35.9%),(D0304,136项,31.6%),(D0312,95项,28.7%),(D0303/89项,31.5%),(D0302,43项,31.0%),(D0305,40项,30.0%)]。由此可见,地球化学学科总体项目申请量较少,导致部分统计数字随机性较大,实际代表意义不大。

面上项目的送审标准,依据科学问题属性而有所差异,对A类、C类、D类有适当倾斜(见4.1节)。其出发点在于:

A类:旨在鼓励科学创新,尤其是实现“零的突破”。对于真正“从0到1”类项目的扶植与保护,应是科学基金各个学科领域的共识。

C类与D类:紧密结合地球化学学科自身特点的举措。地球化学最显著的学科特点是学科交叉性,而社会需求则是地球化学学科发展的根本动力。同时,学科交叉与为社会需求服务又相辅相成,统一于地球化学的“工具性”特征。学科交叉不深入、对接国家需求的能力不足,正是我国目前地球化学学科发展的难点与短板。C类和D类项目的通讯评审结果总体低于平均值,正是这一现象的体现。因此,在遴选送审项目环节,向此2类项目进行适当倾斜。按科学问题属性统计的送审情况如表6所列。

5 2020年度面上项目、青年基金和地区基金资助情况

2020年度地球化学学科共接收面上项目申请339项,资助82项,资助直接费用4 912万元,资助率

为 24.2%;受理青年基金申请 320 项,资助 67 项,资助直接费用 1 608 万元,资助率为 20.9%;受理地区基金申请 58 项,资助 9 项,资助直接费用 315 万元,资助率为 15.5%。

表 4 2020 年度地球化学学科面上项目、青年基金和地区基金申请项目资助方案和送审率

Table 4 The funding scheme and submission rate of the applications managed by the Division of Geochemistry, Department of Earth Sciences in 2020

项目类别	申请项目/项	受理项目/项	送审项目/项	拟资助项目/项	平均资助强度/(万元/项)	计划资助率/%	送审率/%
面上项目	339	337	119	82	59.9	24.2	145.1
青年基金	320	320	93	67	24.0	20.9	138.8
地区基金	58	57	12	9	35.0	15.5	133.3

表 5 2020 年度地球化学学科送审项目分布 (按二级代码统计)

Table 5 Distribution of applications submitted to panel review in Division of Geochemistry, Department of Earth Sciences in 2020 (statistics according to secondary application code)

二级 代码	面上项目			青年基金			地区基金			送审比 例/%
	受理项目/项	送审项目/项	送审比例/%	受理项目/项	送审项目/项	送审比例/%	受理项目/项	送审项目/项	送审比例/%	
D0301	79	29	36.7	67	25	37.3	10	2	20.0	35.9
D0302	14	4	28.6	19	6	31.6	9	3	33.3	31.0
D0303	41	17	41.5	40	10	25.0	8	1	12.5	31.5
D0304	61	24	39.3	64	17	26.6	11	2	18.2	31.6
D0305	25	9	36.0	13	3	23.1	2	0	0.0	30.0
D0306	16	4	25.0	19	10	52.6	3	2	66.7	42.1
D0307	9	3	33.3	9	2	22.2	0	0	-	27.8
D0308	4	2	50.0	0	0	-	2	0	0.0	33.3
D0309	17	5	29.4	10	0	0.0	1	0	0.0	17.9
D0310	14	5	35.7	13	3	23.1	1	0	0.0	28.6
D0311	9	1	11.1	14	2	14.3	3	1	33.3	15.4
D0312	44	14	31.8	45	12	26.7	5	1	20.0	28.7
D0313	4	2	50.0	7	3	42.9	2	0	0.0	38.5
D0314	0	0	-	0	0	-	0	0	-	-
合计	337	119	35.3	320	93	29.1	57	12	21.1	31.4

注:“-”表示无数据

表 6 2020 年度地球化学学科面上项目送审分布 (按科学问题属性统计)

Table 6 The distribution of applications of General Program submitted to panel review in Division of Geochemistry, Department of Earth Sciences in 2020 (statistics sorted by the four natures of science topics)

类别	受理项目/项	送审项目/项	送审比例/%
A类	50	24	48.0
B类	208	77	37.0
C类	59	13	22.0
D类	20	5	25.0
合计	337	119	35.3

6 2019 年度结题项目成果统计与主要研究进展

2019 年地球化学学科共结题项目 136 项,包括

杰青项目 2 项,优青项目 3 项,面上项目、青年基金和地区基金分别为 61 项、66 项和 4 项。部分项目因在报告撰写格式和内容、论文资助信息标注、经费使用等方面存在问题,学科处进行了退改和再审核处理。

根据项目结题报告提供的数据,2019 年底结题的面上项目发表期刊论文的比例是 96.7%(2 个项目未发),青年基金发表期刊论文的比例是 90.9%(6 个项目未发),其余项目类型发表期刊论文的比例均为 100%(表 7)。各类基金项目共发表学术论文 727 篇,其中第一标注论文 288 篇,第一标注率为 43.9%;各类基金项目发表的 SCI 和 EI 论文分别为 557 和 35 篇,第一标注论文分别为 210 和 13 篇,平均每个项目发表的 SCI 和 EI 论文数分别为 7.6 篇和 0.4

表 7 地球化学学科 2019 年结题项目发表期刊论文情况

Table 7 The numbers of Journal papers funded by the projects of Division of Geochemistry, Department of Earth Sciences, whose funding period terminating in 2019

项目类别	结题项目数/项	发表论文总数/篇	第一标注该项目 论文总数/篇	发表论文项目 比例/%	发表论文平均 数/(篇/项)	第一标注率/%	第一标注该项目论文 平均数/(篇/项)
面上项目	61	424	169	96.7	7.0	39.9	2.8
青年基金	66	208	74	90.9	3.2	35.6	1.1
地区基金	4	19	12	100	4.8	63.2	3.0
杰青项目	2	48	25	100	24.0	52.1	12.5
优青项目	3	28	8	100	9.3	28.6	2.7

篇。杰青项目发表的SCI论文平均数(21篇/项)、第一标注论文平均数(11篇/项)和第一标注率(50%)均远高于其他类型项目。各类基金结题项目共出版学术著作9部;获得授权专利30项;培养杰青2人,优青2人,博士后13人,博士研究生40人,硕士研究生48人。另有1项地区基金相关成果获得省部级科技进步奖一等奖,2项面上项目相关成果获得省部级科技进步奖二等奖。

6.1 同位素地球化学

(1) 地幔性质的同位素地球化学示踪

通过对西秦岭中新世代碱性玄武岩中主微量元素、放射性成因Sr-Nd-Hf同位素和非传统稳定Mg同位素的系统研究,提出中新世代玄武岩的地幔源区分别受到了硅酸盐熔体和碳酸盐熔体的交代作用;识别出其地幔源区的岩石学性质可能是碳酸盐化的橄榄岩+角闪石岩;提出造山带镁铁质岩浆岩记录了俯冲古洋壳物质再循环,能提供一些鉴定性的地球化学指标,为深入研究造山带的形成和演化提供了重要制约(项目负责人/批准号:戴立群/41573001)。通过对峨眉山大火成岩省内的苦橄岩中的斑晶矿物进行O-Li同位素离子探针微区原位分析,并结合原始岩浆成分计算、Sr-Nd-Hf同位素分析,揭示了峨眉山乌龙坝苦橄岩的高氧同位素特征是俯冲交代型岩石圈参与的结果。地幔柱与岩石圈相互作用导致高 $\delta^{18}\text{O}$ 的岩石圈地幔熔融,形成乌龙坝苦橄岩,而地幔柱自身熔融形成具有正常 $\delta^{18}\text{O}$ 值的苦橄岩;铬铁矿、橄榄石和铂族元素矿物在苦橄岩浆早期结晶分异过程中起到铂族元素(IPGE)的富集作用;钛铁矿具有重的Mg同位素组成,是由于在岩体冷却过程中,钛铁矿和其他铁镁硅酸盐矿物之间发生了镁-铁亚固相交换,这对探讨峨眉山大火成岩省地幔源区物质组成的不均一性、地幔柱-岩石圈相互作用过程等方面具有重要意义(项目负责人/批准号:于宋月/41573009)。

(2) 表生地球化学过程的同位素示踪

利用磷脂脂肪酸和氨基糖类物质在土壤溶解性有机碳(Dissolved Organic Carbon, DOC)周转过程中的指示作用,通过对林地、农田、撂荒地土壤室内模拟和野外观测分析,发现林地表层土壤DOC主要来源于枯枝落叶,而土体内来自于土壤腐殖类物质的DOC占土壤DOC总量的比例随土壤深度的加深而增加;从原始草地到农田的土地利用转化后,表层土壤中大约40%的土壤有机碳(Soil Organic Carbon, SOC)在前5个耕作年份被侵蚀,并在40年内下降到其原始值的25%左右;外源 ^{13}C 标记物示踪试验表明,土壤微生物会优先利用低分子量的葡萄糖,革兰氏阳性菌和革兰氏阴性菌是利用葡萄糖的主要微生物;上述结果加深了我们对不同生态背景下SOC动力学过程的认识,拓展了碳同位素示踪技术在SOC动力学研究中的应用,提升了对深部SOC激发效应触发条件和控制因素的认识(项目负责人/批准号:涂成龙/41573012)。

通过青海湖流域气候条件一致、地质和地形差异明显的布哈河和沙柳河的季节性样品中常量元素、B、Li和Sr同位素测定,获得了青海湖河流域多元同位素季节和年际变化特征,发现流域岩性是控制河水B、Li和Sr同位素组成的主要因素,布哈河溶解态同位素变化主要由碳酸盐分布地层控制,而沙柳河则由硅酸盐地层控制;特殊事件对布哈河和沙柳河溶解态元素和同位素组成具有重要影响作用,春季粉尘输入对河水化学组成有着不容忽视的贡献,并可能诱发了自生碳酸盐的沉淀,夏季雨水冲刷和稀释作用是河水中元素含量降低的主要原因;上述成果将为半干旱区表生地球化学过程中B、Li和Sr多元同位素地球化学特征及其对流域风化的示踪和环境变化的响应提供科学依据(项目负责人/批准号:贺茂勇/41573013)。

(3) 古海洋环境

建立了塔里木盆地精细的碳酸盐岩稳定碳同位素、锶同位素及原位氧同位素演化曲线,与国际上已建立的奥陶纪锶同位素及氧同位素曲线吻合较好。发现中晚奥陶世界线附近的两次碳同位素正漂事件在塔里木盆地发育良好,稳定碳同位素与锶同位素比值的陡降紧密相伴。上述结果对于阐明塔里木盆地奥陶纪古海洋演化特征及缺氧事件成因联系具有重要意义,也对塔里木盆地含油气性研究具有一定的指导作用(项目负责人/批准号:江茂生/41573010)。

完成了华南埃迪卡拉纪—早寒武世原生磷块岩及其他赋存地层样品中铁、锌同位素和磷酸盐氧同位素组成的分析,不规律的铁同位素组成变化趋势显示,大规模的磷矿沉积可能与整体的海洋氧化环境有关,而不均一的空隙水的氧化还原状态可能促使磷矿中稀土元素的富集。磷块岩呈现重的锌同位素组成,而深水页岩呈现轻的锌同位素,暗示磷块岩可能代表重锌同位素的重要储库之一。生物活动对锌和磷的控制作用在寒武纪早期更为明显。通过磷块岩和黑色页岩样品中磷酸盐氧同位素组成分析,成功恢复埃迪卡拉纪—寒武纪早期海水温度变化(项目负责人/批准号:樊海峰/41573011)。

(4) 果品产地溯源

研究了来自新疆、甘肃和陕西 3 个产区香梨果实中的 H、O 稳定同位素组成及在香梨果实不同部位中的变化规律,发现了 H、O 等多种稳定同位素指纹信息在香梨果实不同部位、不同组分中的变化规律,明确了香梨果实的产地指纹特征,发现香梨果实 H、O 稳定同位素明显受到年际效应和地理因子的影响。通过 C、N、H、O 稳定同位素指纹,建立了基于稳定同位素判别香梨产地的判别模型,筛选出了与产地密切相关的稳定同位素,探讨了 H、O 稳定同位素在果实不同部位及特定化合物中分馏的原因,为特定化合物稳定同位素产地溯源研究提供了理论支撑(项目负责人/批准号:赵多勇/41563002)。

6.2 岩石地球化学

(1) 火山岩岩石地球化学

成功测量了秘鲁 Andagua 岩浆的铀系不平衡数据,建立了基于地球物理资料的熔融模型,解释了铀系不平衡数据。基于铀系不平衡和主微量元素之间的关系,认为观察到的 ^{226}Ra 过剩以及和所谓流体指标 (Sr/Th 和 Ba/Th) 之间的正相关关系,最好的解释是地幔增长熔融和后面的岩浆混合产生的结

果。该结果为解释全球岛弧岩浆岩铀系不平衡的产生机制和俯冲带岩浆作用的时间尺度提供了重要制约(项目负责人/批准号:黄方/41573017)。对华南地区 7 个剖面上二叠纪—三叠纪之交(Permian-Triassic Boundary, PTB) 的黏土岩和碳酸盐岩的矿物学、主微量元素、同位素以及铂族元素进行了系统分析,确定了华南地区 PTB 附近基性元素的异常存在,提出它们是西伯利亚基性火山灰在华南地区 PTB 剖面上的沉积记录。该结果从相对时间关系方面证实西伯利亚大火成岩省与 PTB 生物大灭绝事件相一致,弥补了同位素定年存在的不确定性,为探讨 PTB 生物大灭绝这一国际地学前沿问题提供了新的证据(项目负责人/批准号:何斌/41573028)。

(2) 沉积作用的岩石地球化学

对古老沉积碳酸盐岩开展 Zn 同位素研究,建立了细致可靠的分步淋滤方法用于获得准确可靠的碳酸盐岩 Zn 同位素特征,扩展了 Zn 同位素在古环境研究中的应用。通过 Zn 同位素观察,证实了熔体与岩石圈地幔反应是造成中国东部板内碱性玄武岩成分变化的主要原因(项目负责人/批准号:刘盛邀/41622303)。选择滇东发育连续且出露较好的桃树井剖面,发现从老到新的地层中古土壤发育类型,表明晚二叠世—早三叠世早期气候逐步干旱化,而岩相学研究发现整个剖面的岩石还受到广泛的后期成岩作用影响。这对利用元素地球化学开展陆相古环境的重建研究带来了困难,并且成岩作用还可能对利用有机碳同位素进行滇东黔西不同相区 P/T 剖面作为地层对比的指标提出挑战(项目负责人/批准号:陈剑波/41603035)。

(3) 变质过程的岩石地球化学

对超高压变质岩进行系统的岩石学和地球化学分析,为大别—苏鲁造山带的部分熔融机制、时限及其与深俯冲折返直接的联系提供了新制约,查明了俯冲带不同深度熔体组成特征,限定了深熔过程和机制对熔体 Hf 同位素不均一的影响。提出利用 Fe 同位素示踪俯冲带深部流体性质的新思路,揭示了俯冲带深部局部还原性流体的存在,深入制约了大陆俯冲带深部地幔楔蛇纹岩来源的反向流体交代作用。研究成果深化了对大陆俯冲带深部流体地球化学特征的认识(项目负责人/批准号:陈伊翔/41622302)。利用野外地质、岩相学、高压矿物的激光拉曼微区分析和电子显微镜观测等手段,揭示了山东仰口等国内几个高压变质作用与地震的关系,获得了可靠的岩相学和矿物学证据指示高压变质作用具

有瞬时性,进而提出了震击变质作用模式取代俯冲折返模式(项目负责人/批准号:杨建军/41573029)。

6.3 矿床地球化学

(1) 碳酸岩稀土成矿机理

通过对秦岭造山带南北两地碳酸岩稀土成矿作用对比研究,发现两地碳酸岩稀土富集程度明显不同,南秦岭碳酸岩富集轻稀土,是大型轻稀土矿床,北方小秦岭碳酸岩富集重稀土。首次在小秦岭碳酸岩内发现原生的重稀土矿物,包括磷铈矿、富重稀土硅酸盐矿物、富重稀土氟碳酸盐矿物和富 Y 烧绿石和褐钇铋矿,进一步说明小秦岭碳酸质流体富含重稀土,在相邻的草滩地区发现了白云石与方解石—橄榄石共生的碳酸岩具有 C-Sr 同位素解耦特征,为解释小秦岭碳酸岩富集重稀土提供了直接的岩石学、矿物学和地区化学证据。此外,通过矿物学和原位分析确定碳酸岩与共生的正长岩不是同期产物,碳酸岩成岩和成矿作用时代为三叠纪,而正长岩形成于晚奥陶—志留纪(项目负责人/批准号:许成/41573033)。

(2) 造山型、卡林型金矿成矿机制

基于青海大场金矿床成矿流体来源、性质、成矿物理化学条件,结合同位素分析,阐明了大规模 Au、Sb 成矿流体的形成、演化与超大型矿床的成矿关系。提出大场金矿床金成矿物质来源于地层,大场金矿床是典型的浅带低温造山型金矿床(项目负责人/批准号:瞿伟/41573034)。应用独居石和金红石 U-Pb 测年技术,分别获得西南金三角地区老寨湾、者桑金矿床成矿年龄,指出西南金三角卡林型金矿床成矿环境与古特提斯洋闭合有关(项目负责人/批准号:皮桥辉/41563004)。在华北克拉通北缘东坪金矿床中发现两阶段辉钼矿,认为辉钼矿形成年龄代表了金成矿的年龄,为东坪金矿床形成与水泉沟碱性岩体的密切成因联系提供了重要依据。进一步分析 Au-Ag-Te-Se 成矿系统的矿床类型与成矿作用,表明岩浆脱气、流体—熔体分离、固溶体分离、流体沸腾与混合是碲化物型金矿床的重要成矿机制,而水—岩反应、流体沸腾、流体混合和有机作用是硒化物型金矿床的重要成矿机制。研究成果为区域找矿预测提供重要指导作用,也为矿石加工选冶工艺提供技术支撑(项目负责人/批准号:刘家军/41573036)。

6.4 同位素和化学年代学

(1) 热年代学技术的应用

应用锆石和磷灰石的裂变径迹方法测年,依据

锆石 U-Pb、 ^{40}Ar - ^{39}Ar 和锆石及磷灰石(U-Th)/He 同位素年龄,揭示了西准噶尔古包图斑岩铜矿的热液蚀变时限、多阶段的冷却和揭顶过程。识别出西准噶尔多期快速冷却事件,重建其剥露—隆升过程;揭示了天山土屋—延东斑岩矿床得以保存的条件和关键因素,早期快速巨厚埋藏和晚期缓慢剥露(项目负责人/批准号:尹继元/41573045)。厘定了相山矿田铀多金属成矿时序,建立了相山矿田铀多金属成矿热事件时序,构建了相山矿田铀多金属成矿热历史,对相山矿田新类型铀矿找矿勘查以及拓展华南火山岩型铀矿找矿思路具有指导作用(项目负责人/批准号:林锦荣/41573051)。

(2) 同位素测年技术的应用

以国内几个典型造山带出露的低温高压榴辉岩为主要研究对象,通过搭架微区取样高空间分辨率的高精度 Lu-Hf 年代学分析平台,厘清了 Lu-Hf 年代学应用到低温高压变质岩中的优势和局限性。将 Lu-Hf 体系运用到峰期变质温度低于 500 °C 的石榴石变质岩(项目负责人/批准号:程昊/41573046)。基于河流碎屑锆石、独居石 U-Th-Pb、Sm-Nd 和 Lu-Hf 同位素组成分析,识别了相对稳定地台和强烈增生区域碎屑独居石、锆石对区域岩浆构造事件和地壳生长历史记录的异同,为河流碎屑副矿物示踪物源区地壳形成和演化提供新的手段和方法(项目负责人/批准号:吴元保/41573047)。

6.5 实验地球化学和计算地球化学

通过高温高压实验,系统研究了温度、压力、熔体组成、氧逸度和硫逸度等物理化学因素对铜在硫化物与熔体间分配系数的影响,确定了硫化物溶解度,俯冲带流体运移和俯冲带氧逸度等是斑岩铜矿成矿中的关键因素(项目负责人/批准号:刘星成/41573053)。开发了可用于金刚石压腔高温高压系统原位检测元素和化合物含量的系统,设计了部分重叠的双纳秒激光束实现光路,实验和数值模拟结果证明新型光路可以有效缩小激光烧蚀面积。新型光路与密闭腔体耦合使用,可有效提高元素检测的空间分辨率,获得一维、甚至是二维的元素空间分布(项目负责人/批准号:王梦涵/41603059)。

6.6 比较行星学

搭建了火星舱并在可控火星条件下实现了 CO₂ 辉光放电及气体产物的探测与分析;提出并验证了火星大气中矿物微粒摩擦放点激发的 CO₂ 低温等离子体与含氯无机盐的强氧化作用是火星高氯酸盐起源新机理的观点,解释了火星表面 ClO₄⁻ 高浓度沉

积现象(项目负责人/批准号:武中臣/41573056)。对火星陨石的熔融包裹体、磷灰石、熔长石、冲击玻璃等组分开展了水含量、Cl、S、H和Cl同位素分析,发现了火星多期次水岩作用,揭示了火星浅表流体具有富³⁷Cl和富D的特征,提出了火星全球性的地下冰川模型,为揭示火星古环境的演化提供了重要制约(项目负责人/批准号:胡森/41573057)。测量了月球岩浆洋条件下的镁、铁、微量元素和水在斜长石—熔体间的分配系数。分析了月球陨石中的斜长岩岩屑,测量了岩屑中斜长石和基性矿物的主微量元素含量,获得了斜长岩结晶时岩浆洋中的稀土元素含量,研究了月球斜长岩的演化史。提出了月壳斜长岩的形成模型,解决了斜长岩地球化学组成和岩浆洋模型的不一致危机(项目负责人/批准号:惠鹤九/41573055)。

参考文献(References):

- [1] Guo Jinyi, Hou Qingye. An introduction of the proposals and programs under Division of Geochemistry, Department of Earth Sciences, National Natural Science Foundation of China in 2016[J]. *Advances in Earth Science*, 2016, 31(12): 1 275-1 278. [郭进义,侯青叶. 2016年度地球化学领域项目评审与资助成果[J]. 地球科学进展, 2016, 31(12): 1 275-1 278.]
- [2] Guo Jinyi, Zhang Qianru. An introduction of the proposals and programs under Division of Geochemistry, Department of Earth Sciences, National Natural Science Foundation of China in 2017[J]. *Advances in Earth Science*, 2017, 32(12): 1 337-1 341. [郭进义,张倩茹. 2017年度地球化学领域项目评审与资助成果[J]. 地球科学进展, 2017, 32(12): 1 337-1 341.]
- [3] Xiong Juhua, Zong Keqing. An introduction of the proposals and programs under Division of Geochemistry, Department of Earth Sciences, National Natural Science Foundation of China in 2018[J]. *Advances in Earth Science*, 2018, 33(12): 1 286-1 291. [熊巨华,宗克清. 2018年度地球科学部地球化学学科工作报告[J]. 地球科学进展, 2018, 33(12): 1 286-1 291.]
- [4] Xiong Juhua, Liu Lei, Zhao Xueqin. An introduction of the proposals and programs under Division of Geochemistry, Department of Earth Sciences, National Natural Science Foundation of China in 2019[J]. *Advances in Earth Science*, 2019, 34(11): 1 179-1 184. [熊巨华,刘磊,赵学钦. 2019年度地球化学学科基金项目评审与成果分析[J]. 地球科学进展, 2019, 34(11): 1 179-1 184.]

An Introduction to the Project Reviews and Grants under Division of Geochemistry, Department of Earth Sciences, National Natural Science Foundation of China in 2020

Li Wei, Zhang Haidong, Dai Guohua, Liu Xiaochi

(Department of Earth Sciences, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085, China)

Abstract: We analyzed the submissions, reviews, and funding of the projects in the geochemistry of the National Natural Science Foundation of China in 2020 and the primary research outcome and scientific progress of the projects completed in 2019.

Key words: Geochemistry; Review and grant; Statistics of results.