国家自然科学基金地球化学学科优化布局

李薇*, 张海东

国家自然科学基金委员会地球科学部, 北京 100085

* 联系人, E-mail: liwei@nsfc.gov.cn

2019年, 国家自然科学基金委员会(简称自然科学基金委)启动基金改革试点工作^[1,2]. 2020年, 自然科学基金委各学部全面开展优化学科布局的工作, 促进构建“源于知识体系逻辑结构、促进知识与应用融通的学科布局”^[3]. 地球化学学科积极落实自然科学基金委战略布局, 以新时代科学基金资助导向为指导, 依托地球科学部“宜居地球”顶层设计框架, 开展学科布局优化研究. 在广大科学家的积极参与和大力支持下, 形成了申请代码设置方案, 经过深入讨论和多次修订, 最终通过地球科学部专家咨询委员会论证.

本文梳理了地球化学学科内涵、申请代码调整历史沿革和现有代码存在问题等三方面内容, 以论述申请代码调整对于学科发展的必要性和迫切性. 在此基础上, 详细介绍申请代码调整的原则和方案, 以便于广大科学家了解代码调整过程及其背后的思考, 更好地引导科学家申请地球化学学科的国家自然科学基金, 充分发挥科学基金对科学体系源头创新的引领作用.

1 地球化学学科内涵及发展概况

地球化学是研究地球各圈层和太阳系各层次天体(包括行星际尘埃、陨石、小行星、彗星、矮行星、卫星和行星等)的化学成分、元素及其同位素组成、分布、聚散、迁移和演化规律的一门学科^[4]. 它的孕育源于地质学对成为定量研究的精确科学的强烈需求. 如果以1908年Clarke^[5]发表的《地球化学资料》为标志, 地球化学已经历了100多年的发展, 渗透到对自然界物质的化学组成、化学作用和化学演化研究的各个方面.

地球化学学科形成之初, 就设想了从系统科学研究的角度来探索整个地球系统, 包括太阳系和有关天体的蓝图. 随着社会整体科学技术发展水平的提升和地球科学研究前沿的拓展, 地球化学学科也取得长足进步. 现代地球化学在学术思想、学科理论和测量技术/方法等方面, 已基本具备支撑和服务“上天、入地、下海”等国家战略目标的能力. 例如, 地质年代学为理解地球及其他行星的演化过程及相应的资源-环境效应提供时间坐标^[6]; 元素和同位素地球化学作为重要的示踪工具, 用于约束地球各圈层相互作用、物质和能量迁移过程和规律, 并揭示古环境和古气候

李薇 博士, 国家自然科学基金委员会研究员. 长期从事科学基金项目管理工作, 曾任地球科学部海洋科学项目主任, 现任地球化学项目主任.

演化^[7]; 通过陨石和天体样品研究, 在宇宙背景下探索地球的形成和演化^[8]; 有机地球化学广泛运用于油气等能源的勘探和开发^[9]等.

因此, 现代地球化学已成为解决地球动力学及全球变化等问题的主力支撑学科之一, 全面对接地球科学部“三深一系统”(深海、深地、深空, 地球系统科学)顶层战略设计, 在宜居地球的形成与演化过程以及维持地球的宜居性等研究领域不可或缺. 然而, 在科学发展日新月异的今天, 我们也清醒地认识到, 要促进地球化学在地球系统科学中发挥更大的能力和潜力, 就必须遵循其学科特点和发展规律, 对学科战略布局进行动态的调整与优化, 加强学科自身发展, 从而增强其对地球系统科学的支撑和服务能力.

作为地球科学和化学等的交叉学科, 地球化学具有“科学性”和“工具性”两种典型属性. 与之对应, 地球化学学科建设应抓住两条主线: (1) 发展地球化学自身的理论与方法; (2) 拓展地球化学解决其他学科问题的方法和手段. 而学科发展的实践表明, 这两条线实际是紧密关联、互相促进的. 例如, 20世纪50年代, 美国科学家通过U-Pb定年, 将地球年龄限定为~45.5亿年, 从而终结了关于地球年龄的长期争论. 年轻玄武岩同位素定年与古地磁学研究的结合则直接催生了板块构造理论. 上述例子中, 地质年代学的理论发展和技术应用推动了整个地球科学的发展^[10]. 现代地球化学的研究对象已经从经典的地球内部和浅表扩展到大气圈和地外天体, 涵盖与自然或环境过程有关的所有学科. 而且, 随着分析技术的进步和社会需求的提高, 地球化学的学科交叉范围还进一步拓展到非地球科学领域, 比如食品与药物溯源、古文化传播、生命健康与致病

机理、刑侦领域中的物证分析以及军事科学等。

地球化学的学科属性决定了其发展规律,这可从两方面阐述,即:(1) 分析测试技术的进步是地球化学发展的关键;(2) 社会需求是地球化学发展的根本动力。前者例如,MC-ICP-MS(多接收电感耦合等离子体质谱仪)分析技术的开发和应用,推动了非传统稳定同位素研究的快速发展,形成新的前沿热点。后者的典型代表是有机地球化学,油气资源开发的迫切需求带动有机地球化学迅猛发展。新中国的地球化学研究即兴起于地球化学探矿的国家需求。进入 21 世纪以来,能源、资源、环境污染、气候变化等问题日益突出,地球化学在人类社会可持续发展和宜居地球形成与演化研究方面发挥着越来越重要的作用。

综上,地球化学学科的发展定位和布局优化应以地球系统科学和学科交叉思想为指导、以重大科学问题和社会需求为牵引、以分析测试技术创新为驱动,进一步发展和完善自身的理论体系,扩大应用领域,服务现代社会高质量发展。

2 地球化学申请代码的历史沿革及优化代码的重要性

学科申请代码贯穿科学基金项目申请、受理、评审、资助和后期管理等过程,是沟通申请人、评审专家和管理工作人员的重要纽带^[1,2,10]。自然科学基金委根据学科发展态势和国家需求对申请代码进行调整,引导、推动学科发

展,以实现优化学科布局,瞄准学科发展前沿,服务国家重大需求等目标。

2.1 地球化学申请代码的历史沿革

自然科学基金委成立以来,地球化学学科申请代码经历了 5 个发展阶段(表 1)。第一阶段(1986 年):地球化学学科仅有 1 个一级学科代码 D03。第二阶段(1987~2007 年):设置 9 个二级代码。第三阶段(2008~2017 年):随着基金申请量的快速增长,2008 年实行了新版申请代码^[10,11]。第四阶段(2018 年):2018 年地球科学部进行了学科代码重大调整,新增 1 个一级学科代码(D07 环境地球科学),将地球化学学科 2 个二级代码(D0308、D0309)划入 D07。第五阶段(2019~2020 年):地球科学部对上阶段试运行的代码方案进行修订,D03 新增 6 个二级代码(表 1)。

2.2 代码调整对学科资助格局的影响

图 1 显示了 2016~2020 年期间地球化学学科面上项目、青年科学基金、地区科学基金(简称“面青地”项目)的申请量变化情况。这 5 年实际跨越代码调整的 3 个阶段,可较直接地体现申请代码调整对学科资助格局的影响。5 年间,“面青地”项目的申请量具有相似的变化规律,其申请总量从 2016~2017 年略有增长,到 2018 年呈断崖式降低(降幅为 60%),再到 2019 年显著回升(增幅为 63%)。与 2.1 节所述代码调整各阶段的时间节点相对照可推知,二级代

表 1 地球化学学科申请代码历史沿革

Table 1 History of the application code system for the discipline of geochemistry

二级代码	第一阶段 1986 年	第二阶段 1987~2007 年 (9 个二级代码)	第三阶段 2008~2017 年 (9 个二级代码)	第四阶段 2018 年 (8 个二级代码)	第五阶段 2019~2020 年 (14 个二级代码)
D0301	未划分 二级代码	同位素地球化学	同位素地球化学	同位素地球化学	同位素地球化学
D0302		元素地球化学	微量元素地球化学	微量元素地球化学	微量元素地球化学
D0303		岩石地球化学	岩石地球化学	岩石地球化学	岩石地球化学
D0304		矿床地球化学(有机地球化学)	矿床地球化学和有机地球化学	矿床地球化学	矿床地球化学
D0305		同位素地质年代学	同位素和化学年代学	同位素和化学年代学	同位素和化学年代学
D0306		实验地球化学	实验地球化学和计算地球化学	实验地球化学和计算地球化学	实验地球化学和计算地球化学
D0307		天体化学与比较行星学	宇宙化学与比较行星学	宇宙化学与比较行星学	宇宙化学与比较行星学
D0308		地球化学新技术新方法	生物地球化学	气体地球化学	气体地球化学
D0309		环境地球化学与生物地球化学	环境地球化学		油气地球化学
D0310					有机地球化学
D0311					沉积地球化学
D0312					生物地球化学
D0313					纳米与分子地球化学
D0314					化学地球动力学

图1 (网络版彩色)2016~2020年地球化学学科“面青地”项目申请量变化趋势图. 部分数据来自文献[11,12]

Figure 1 (Color online) Trending of the applications applied to the discipline of geochemistry in 2016–2020. Some data are from Refs. [11,12]

码所体现的学科资助范围对学科申请体量具有举足轻重的影响,从而决定学科对地球科学整体的贡献程度。

2.3 优化学科布局的重要性

我国地球化学学科目前在国际上总体处于跟跑地位,部分学科处在并跑地位,正面临着应用越来越广、自身成长却受到局限的复杂局面.主要表现在:(1)基础理论研究和应用研究不平衡.对学科基本理论问题研究投入不够,基础理论创新成果不足以支撑地球化学应用领域对理论和方法技术越来越大的需求;(2)方法技术开发重视不够.仪器和测试分析技术是地球化学的关键支撑手段,但目前相关人才建设仍然不力;(3)实验地球化学和计算地球化学发展缓慢.元素分配和同位素分馏,是地球化学学科的基础理论.实验地球化学和计算地球化学涉及这些关键参数的研究,具有门槛高、难度大、出成果周期相对长的特点.究其原因,学科布局不够合理是制约我国地球化学学科发展的主要因素之一。

2018年,自然科学基金委提出“优化学科布局”的改革任务,正是意识到学科布局对学科发展的框架构建和顶层引导的战略性意义.其中,申请代码作为自然科学基金委执行科研项目资助任务的主要管理依据,其布局结构体现了国家自然科学基金对学科知识体系的理解认知,是资助策略的导向性信号.申请代码的调整优化,是优化学科布局的关键组成部分,对学科未来发展方向具有重要导向作用.正如李静海在自然科学基金委第八届第二次全体委员会工作报告指出,“应当有一个符合知识体系内在逻辑和结构的学科布局,这才能更好地包容和支持原始创新”.针对地球化学学科交叉性强的自身特点,优化现有二级代码体系,建立与交叉学科的区分度标准(外延)、保持地球化学

学科的完整性(内涵),是推动我国地球化学学科发展、完善基金管理体系的迫切需求。

3 2020年度地球化学学科申请代码调整

3.1 现有学科申请代码存在的主要问题

3.1.1 二级代码内容重叠

理想状态下,如果将地球化学一级学科视为一个集合,二级学科视为其子集,那么,子集间的交集应为空集.显然,实际情况中,各二级代码(子集)之间不可能泾渭分明、截然分开,必然存在交叉内容,但目前地球化学学科二级代码之间内容重叠的现象比较严重,给申请人选择申请代码、学科发展态势研究等基金管理和战略工作带来一些含混和不确定因素。

学科二级申请代码间的重叠产生于两方面原因.一方面是申请代码划分原则不明确,具有多重标准.目前的二级代码划分标准包括有学科属性、方法手段、研究对象、应用领域等.不同的划分标准各为体系,导致彼此之间存在严重的交叉内容.划分标准越多,对二级代码的切割越容易凌乱,重叠内容也越多,需进行标准简约化.另一方面是由于具有相近内涵的申请代码并存而导致内容重叠.例如,“D0314 化学地球动力学”指综合应用同位素地球化学、元素地球化学、同位素年代学等理论与方法,研究地球各圈层的化学结构和过程以及圈层之间的相互作用.它实质上涵盖D0301、D0302、D0303、D0305等其他多个二级代码的内容,造成逻辑上的内涵不自洽。

3.1.2 学科布局体系不完整

这是指目前学科体系的完整性尚有欠缺.例如,仪器和测试分析技术是地球化学学科发展的关键,而现有代码

中,分析地球化学没有被单独列出。又如,环境地球化学作为环境地球科学与地球化学交叉形成的新兴前沿方向,是地球化学学科应用的新兴生长点,应由代码引导科学家从环境地球科学和地球化学的不同侧面开展研究。再如,地球化学属于地球系统科学,而目前的代码侧重于固体地球,缺少针对多圈层(水圈、大气圈)的代码设置。

3.1.3 二级代码体量不均衡

从管理角度看,目前各二级代码申请量分布较不均衡。根据2019~2020年的项目申请量,14个二级代码分为3个梯队(图2)。其中,D0301、D0304、D0312、D0303为第一梯队,4个代码合计占总申请量2/3以上(67.7%)。D0302、D0305、D0306、D0310、D0309、D0307为第二梯队,6个代码合计占总申请量约1/4(26.5%)。D0311、D0313、D0308、D0314为第三梯队,4个代码仅占总申请量的5.8%。从学科发展和管理的角度,二级代码体量的相对均衡性,也是需要考量的必要因素。

3.2 二级代码调整方案

3.2.1 调整原则

根据基础研究“要坚持两条腿走路”的指示精神,自然科学基金委强调,“未来的学科布局应该符合知识体系内在逻辑和结构,要能够实现知识层次与应用领域相统一”¹⁾。这为我们确定了申请代码调整的总体思路。

结合地球化学学科的发展趋势和现有申请代码存在的问题,此次代码调整不仅注重加强学科知识体系完整性和逻辑结构合理性,还充分强调面向国家需求的应用领域拓展。整体框架基于学科知识、方法技术和应用领域3个

方向,既注重保持基础学科相对稳定,又积极反映新兴方向和前沿领域,并兼顾代码申请量的相对均衡。在设置过程中,每个代码方向的涵盖范围尽量完整,含义明确,具有良好的辨识度,并体现前瞻性和引领性。同时,控制二级代码数量不增加(保持14个)。

3.2.2 调整内容及特点

本次学科申请代码调整以“理论基础、方法技术、应用交叉”3个方向为划分标准,加强学科完整性,强化学科内涵自洽性,减少学科碎片化,注重前瞻性和开放性。新的地球化学学科申请代码的主要调整内容和特点如下(表2)。

(1) 以稳为基调,理论基础分支学科保持不变或微拓展。地球化学学科基础理论分支代码数量保持4个不变,包括D0301同位素地球化学、D0302元素地球化学、D0303地质年代学和D0304有机地球化学。原代码D0303同位素和化学年代学(实为同位素年代学和化学年代学的简写)在字面上与D0301同位素地球化学相近,容易引起歧义。地质年代学包括同位素年代学和相对地质年代学,是以放射性同位素衰变测年为主体,同时包括宇宙射线成因核素定年、辐射损伤测年、磁性地层、旋回地层和生物地层年代学等。从研究内容看,地质年代学涉及地球科学3个一级代码,即D03地球化学、D02地质学和D04地球物理学和空间物理学。科研实践中,地质年代学的许多工作也必须综合利用地球化学的同位素、地质学的生物地层等多种手段。而囿于学科的划分,原代码“同位素和化学年代学”局限于地质年代学的地球化学部分,割裂了地质年代学的科学完整性。同时,“化学年代学”不是地球科学通用术语。因此,将“同位素和化学年代学”调整为“地质年代学”,将减

图2 2019~2020年地球化学学科基金项目申请量分布(按二级代码)

Figure 2 Numbers of application programs applied to the discipline of geochemistry during 2019–2020 (according to secondary application codes)

1) 李静海. 明确目标, 统一思想, 共同行动, 扎实推进深化国家自然科学基金改革工作——在2018年度党组(扩大)会议上的报告, 2018

表 2 地球化学学科申请代码调整情况简表

Table 2 Summary of the optimization of the application codes for geochemistry

调整后的申请代码		现申请代码		调整说明	分类准则
D0301	同位素地球化学	D0301	同位素地球化学	保持不变	理论基础
D0302	元素地球化学	D0302	微量元素地球化学	微调, 去掉“微量”二字, 扩大内涵	
D0303	地质年代学	D0305	同位素和化学年代学	克服学科碎片化, 减少与 D0301 重叠	
D0304	有机地球化学	D0310	有机地球化学	保持不变	
D0305	分析地球化学			新增, 强化方法学研究, 突破制约学科发展的瓶颈	方法技术
D0306	实验和计算地球化学	D0306	实验地球化学和计算地球化学	微调, 使其更简洁明了	
D0307	宇宙化学和行星化学	D0307	宇宙化学与比较行星学	微调, 有拓展	应用交叉
D0308	岩石地球化学	D0303	岩石地球化学	保持不变	
D0309	化石能源地球化学	D0309	油气地球化学	拓展学科外延	
D0310	表层地球化学			新增, 关注现在和过去环境变化以及人类社会可持续发展	
D0311	矿床与勘查地球化学	D0304	矿床地球化学	拓展学科外延	
D0312	生物地球化学	D0312	生物地球化学	保持不变	
D0313	大气和海洋地球化学			增加学科完整性	
D0314	新兴交叉地球化学			新增, 体现开放性	
		D0308	气体地球化学	归并到其他代码	
		D0311	沉积地球化学		
		D0313	纳米与分子地球化学		
		D0314	化学地球动力学		

少由于人为划分而导致的学科碎片化, 同时避免理解混淆, 有助于引导基金申请和学科管理。

相对于原代码“D0302 微量元素地球化学”, 新代码“D0302 元素地球化学”不再局限于微量元素, 覆盖方向更加完备, 扩大了学科的内涵和外延。

(2) 强化技术方法研究, 突破制约学科发展的瓶颈。现代地球化学研究正从传统静态定性描述转向动态的定量模拟, 强调发挥微区原位分析技术方法和高温高压实验研究的优势, 重视新的同位素体系的开发和应用研究^[13]。基于此, 增设 D0305 分析地球化学二级代码, 与 D0306 实验和计算地球化学构成了地球化学学科的技术方法体系。

分析地球化学是地球化学学科的核心支撑, 针对地球科学研究样品的特殊性和科研需求, 利用各种现代分析手段对元素、同位素和有机物等开展高效率、高精度、高准确度、高分辨率、低污染分析的新技术、新方法研究, 其发展将促进地球化学及整个地球系统科学的创新发展。

(3) 强化应用交叉, 突出基础研究服务于国家需求的功能。积极主动地促进学科交叉和扩展应用领域, 加强基础研究“两条腿走路”的能力, 是本次代码调整的重要目标。新代码共设置 8 个应用交叉领域的二级代码。围绕整体知识框架和国家需求领域, D0307 宇宙化学和行星化学和 D0308 岩石地球化学属基础性应用; D0309 化石能源地球化学和 D0311 矿床与勘查地球化学服务于国家资源能源安

全保障; D0310 表层地球化学、D0312 生物地球化学、D0313 大气和海洋地球化学和 D0314 新兴交叉地球化学面向与人类活动和环境有关的国家需求。

新代码 D0309 化石能源地球化学较原代码 D0309 油气地球化学, 将研究对象从石油、天然气拓展到煤、油页岩、天然气水合物等化石能源, 服务于国家能源安全。新代码 D0311 矿床与勘查地球化学较原代码 D0304 矿床地球化学增加勘查地球化学内容, 强调建立矿床成因模型、找矿预测模型以及矿产资源勘查与开发等地球化学应用研究。

(4) 加强学科完整性。增设大气和海洋地球化学二级代码。该方向强调应用元素、同位素等地球化学方法, 研究大气与海洋的物质来源、组成特征及演变规律, 揭示大气、海洋与地表圈层间物质和能量交换的过程机制及相应的气候、环境、生态和资源效应, 为宜居地球、地球系统科学和全球变化与可持续发展等研究提供依据。

增设表层地球化学二级代码。研究现在和地质历史时期地球表层系统各组成单元或圈层的物质组成、来源及时空演化, 揭示圈层间物质循环和能量转换的过程机制及相应的生态、环境和资源效应, 掌握人类活动影响下地球表层系统的运行状态和演变规律, 为有效应对未来环境变化和支撑人类社会可持续发展提供科学依据。

(5) 鼓励新兴研究方向。增设新兴交叉地球化学二级代码。支持开展地球化学与大数据、人工智能、机器学习、

计算技术、生物技术等学科的交叉融合研究,以地球化学的方法和理论为基础,研究与社会发展需求相关的科学问题。

4 结语

以优化学科布局引领学科发展和知识创新,是科学基金深化改革的三大任务之一。在地球科学部“三深一系统”顶层设计下,地球化学学科一直致力于与其他学科进行深度交叉融合,更加精准地认识地球内部和表层物质来源及其物理化学条件,并将相关的方法和知识体系应用到地球科学前沿和社会发展重大需求中。为更好地落实科学基金改革任务和对接地球科学部“宜居地球”科学主题,地球化学学科结合“地球化学学科发展战略研究”应急管理项目,开展了申请代码调整工作。该项目通过问卷调查及专家专题研讨会等方式,在对学科国际前沿、学科发展方向等充分调研的基础上,提出了申请代码调整的基本框架和具体

方案。地球化学学科进一步组织了专家咨询,并按照学部要求对其进行了一定的修订和规范。经报学部批准后,形成了本文的代码调整方案。

地球化学作为自然科学基金委的一级学科,项目申请量偏小一直是其面临的困境之一。粗略统计,1986年至今,全委和地球科学部的申请量均增长约80倍,而地球化学学科增长仅有40倍。目前,地球化学申请量居于全委92个一级代码的后5%。这一方面与地球化学研究队伍的总体体量较小有关,另一方面则可能是受到了学科申请代码设置范围的限制或代码含义不清的影响。

因此,遵循学科特点和发展规律,积极主动地促进学科交叉和扩展应用领域,加强基础研究“两条腿走路”的能力,是本次代码调整的初衷和目标。同时,希望通过优化学科布局,更有效地激发广大科研工作者投身于科学基金研究的热情,更好地培育地球化学人才队伍,充分发挥好科学基金在国家基础研究中的主力军作用。

致谢 感谢中国地质大学(武汉)刘勇胜教授牵头组织“地球化学学科发展战略研究”项目。该项目提出的代码调整方案得到同行专家和地球科学部的充分肯定,学科仅对其进行了局部修订。感谢以郝芳院士为组长的2020年5月地球化学学科咨询会全体专家。特别感谢李献华、刘丛强、彭平安、李曙光、郑永飞、张宏福、徐义刚、朱祥坤、孙卫东、黄方、李扬等专家对调整方案、代码说明等给予的意见和建议。学科兼聘工作人员戴国华、刘小驰亦对本文提出了修改意见,在此一并致谢。

推荐阅读文献

- 1 Liu Y. Research on the strategy of optimizing the discipline layout of environmental geosciences under the National Natural Science Foundation of China (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2020, 65: 2076–2084 [刘羽. 国家自然科学基金环境地球科学学科布局优化战略研究. 科学通报, 2020, 65: 2076–2084]
- 2 Liu Z, Ding A J, Zhang R H. Adjusting application codes and optimizing funding layout for the discipline of atmospheric sciences in the National Natural Science Foundation of China (in Chinese). *Chin Sci Bull*, 2020, 65: 1067–1075 [刘哲, 丁爱军, 张人禾. 调整国家自然科学基金申请代码, 优化大气学科资助布局. 科学通报, 2020, 65: 1067–1075]
- 3 National Natural Science Foundation of China. *National Natural Science Fund Guide to Programs 2019* (in Chinese). Beijing: Science Press, 2019 [国家自然科学基金委员会. 2019年度国家自然科学基金项目指南. 北京: 科学出版社, 2019]
- 4 Ouyang Z Y. *History of Geochemistry in China* (in Chinese). Beijing: Science Press, 2018 [欧阳自远. 中国地球化学学科发展史. 北京: 科学出版社, 2018]
- 5 Clarke F W. The data of geochemistry. *US Geol Survey Bull*, 1908, 330: 21–33
- 6 Li Q L, Li Y, Liu C R, et al. Analyses of current main geochronological databases and future perspectives (in Chinese). *Geol J China Univ*, 2020, 26: 44–63 [李秋立, 李扬, 刘春茹, 等. 地质年代学主要数据库现状分析与展望. 高校地质学报, 2020, 26: 44–63]
- 7 Zhu R X, Xu Y G, Zhu G, et al. Destruction of the North China Craton (in Chinese). *Sci China Earth Sci*, 2012, 42: 1135–1159 [朱日祥, 徐义刚, 朱光, 等. 华北克拉通破坏. 中国科学: 地球科学, 2012, 42: 1135–1159]
- 8 Ouyang Z Y, Heusser G. A study on cosmogenic nuclides in the Jilin meteorite and its irradiation history. *Geochemistry*, 1982, 1: 421–434
- 9 Jones V T, Drozd R J. Predictions of oil or gas potential by near-surface geochemistry. *AAPG Bull*, 1983, 67: 932–952
- 10 Zhang C L, Zheng Y M, Fan W J, et al. The historical evolution and outlook for the application code of geography discipline, NSFC (in Chinese). *Acta Geogr Sin*, 2019, 74: 191–198 [张朝林, 郑袁明, 范闻捷, 等. 国家自然科学基金地理学科申请代码的历史沿革与发展. 地理学报, 2019, 74: 191–198]
- 11 Xiong J H, Zong K Q. An introduction of the proposals and programs under division of Geochemistry, Department of Earth Sciences, National Natural Science Foundation of China in 2018 (in Chinese). *Adv Earth Sci*, 2018, 33: 1286–1291 [熊巨华, 宗克清. 2018年度地球科学部地球化学学科工作报告. 地球科学进展, 2018, 33: 1286–1291]
- 12 Xiong J H, Liu L, Zhao X Q. An introduction of the proposals and programs under Division of Geochemistry, Department of Earth Sciences, National Natural Science Foundation of China in 2019 (in Chinese). *Adv Earth Sci*, 2019, 34: 1179–1184 [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. 地球科学进展, 2019, 34: 1179–1184]
- 13 National Natural Science Foundation of China. *National Natural Science Fund Guide to Programs 2020* (in Chinese). Beijing: Science Press, 2020. 30–36 [国家自然科学基金委员会. 2020年度国家自然科学基金项目指南. 北京: 科学出版社, 2020. 30–36]

Summary for “国家自然科学基金地球化学学科优化布局”

Optimizing the organization of geochemistry research as a discipline in the National Natural Science Foundation of China

Wei Li* & Haidong Zhang

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

* Corresponding author, E-mail: liwei@nsfc.gov.cn

As a traditional discipline in the Department of Earth Sciences (DES) at the National Natural Science Foundation of China (NSFC), geochemistry is faced with new opportunities and challenges to serve the top-level strategy of the DES's "Habitable Earth" program. The development of geochemistry as a discipline should be guided both by the forefront of scientific research and social demands and be driven by the innovation of analytical techniques. Optimizing application codes is of great importance to the organization of geochemistry research. Since the establishment of the NSFC, the application code system for geochemistry (D03) has included five stages, which undergoes a process of continuous improvement and development. Following reform guidance from the NSFC and DES, research to optimize the organization of geochemical disciplines was performed to identify defects of the existing code system and to propose new code scheme. This new scheme has a framework comprising three layers: Fundamental theories, analytical techniques, and applications. Research areas within fundamental theories include isotope geochemistry (D0301), elemental geochemistry (D0302), geochronology (D0303), and organic geochemistry (D0304). Analytical techniques comprise analytical geochemistry (D0305) and experimental and computational geochemistry (D0306). The applications are divided into basic (e.g., cosmochemistry (D0307) and petrogeochemistry (D0308)), resource and energy security (e.g., fossil fuel geochemistry (D0309) and ore deposits and exploration geochemistry (D0311)), and human activities and environments (e.g., surface geochemistry (D0310), biogeochemistry (D0312), atmospheric and marine geochemistry (D0313), and emerging and interdisciplinary geochemistry (D0314)). The objectives of optimizing the codes within the applications area are to develop a theoretical system, expand applications and enhance the use of geochemistry for national needs. Overall, technical methods, interdisciplinary aspects and applications, and emerging areas of research comprise the basic content. The new analytical geochemistry area aims to enhance research on analytical techniques, address problems, and provide critical support for geochemical development. Another new section, surface geochemistry, has a strong focus on geochemical composition, source, and spatiotemporal evolution of constituent units of the Earth surface system at present and throughout geological history. It aims to describe the circulation of materials and conversion of energy between these Earth systems as well as corresponding effects on ecology, resources, and the environment. Surface geochemistry research will investigate the evolution of Earth surface systems under the influence of human activities to provide evidence for future environmental change as well as aid the sustainable development of human society. Atmospheric and marine geochemistry research focuses on material resources and the composition and evolution of the atmosphere and oceans using element analyses, isotopes, and other geochemical methods. The aim is to reveal the processes and mechanisms for materials and energy within the atmosphere, ocean, and surface realms, along with their corresponding effects on climate, the environment, ecology, and resources. This will provide evidence for subsequent research within the programs "Habitable Earth" and "Earth System Science" and aid the sustainable development of human society. The new emerging and interdisciplinary geochemistry theme focuses on the integration of geochemistry with computing technology and biotechnology and will study scientific problems related to the development and needs of modern society. By outlining this overall new research scheme in DES, we hope to stimulate research interest in these areas at the NSFC and build strong geochemistry research teams, which will allow the NSFC to play a significant role in basic research in China.

geochemistry, National Natural Science Foundation of China, application code system, optimization of discipline layout

doi: 10.1360/TB-2020-1296