

程惠红,孙长青,王聪. 2020年度地球物理学和空间物理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): 1163-1170. DOI: 10.11867/j.issn.1001-8166.2020.099. [Cheng Huihong, Sun Changqing, Wang Cong. Introduction on the judgement programs in 2020 and the achievement of funded programs in 2019 of the Discipline of Geophysics and Space Physics, Department of Earth Sciences, National Natural Science Foundation of China[J]. Advances in Earth Science, 2020, 35(11): 1163-1170. DOI: 10.11867/j.issn.1001-8166.2020.099.]

## 2020年度地球物理学和空间物理学学科 基金项目评审与资助成果分析

程惠红,孙长青,王 聪

(国家自然科学基金委员会地球科学部,北京 100085)

**摘 要:**介绍了新时代国家自然科学基金委员会深化改革中地球物理学和空间物理学学科申请代码优化调整方案;分析了2020年度面上项目、青年科学基金项目和地区科学基金项目的受理、评议、送审及资助情况;总结了2019年底结题项目完成情况和资助成果。

**关 键 词:**地球物理学;空间物理学;大地测量学;代码调整;分类评审

**中图分类号:** P3      **文献标志码:** B      **文章编号:** 1001-8166(2020)11-1163-08

在新时代国家自然科学基金委员会(以下简称“基金委”)深化改革背景下,地球物理学和空间物理学学科基于对学科申请代码的梳理和广泛调研,进行了学科申请代码的优化调整。本文将从地球物理学和空间物理学学科申请代码优化调整,2020年度各类项目的受理、评议、送审及资助情况等方面进行详细介绍,以期对学科相关的科研人员项目申请提供一定帮助和借鉴。

### 1 学科申请代码优化调整方案

按照国家自然科学基金升级版改革方案和地球科学部对优化学科申请代码的统一部署,地球物理学和空间物理学学科(申请代码:D04)以现有申请代码为基础,梳理学科整体架构和逻辑层次,广泛听取科技界专家的意见,在保持基础学科相对稳定、各申请代码申请量相对均衡和突显学科新增长点的前提下,优化调整了学科申请代码<sup>[1]</sup>。

新版的D04学科整体架构不变,大地测量学、固体地球物理学和空间物理学为整个学科的基础

学科,应用地球物理学属于应用学科,新增的行星物理学为前沿交叉学科,实验与仪器为整个学科技术支撑。新版的申请代码取消了三级申请代码,设置了14个二级申请代码。其中,大地测量学学科由旧版的2个二级申请代码优化调整为3个二级申请代码:D0401(物理大地测量学)、D0402(卫星大地测量学)和D0403(应用大地测量学);固体地球物理学学科由旧版的7个二级申请代码融合为4个:D0404(地震学)、D0405(地磁学和地球电磁学)、D0406(重力学)和D0407[地球内部物理学和地球动力学(含地热学)];应用地球物理学由旧版的1个二级申请代码据研究对象细分为3个二级申请代码:D0408(油气地球物理学)、D0409(矿产地球物理学)和D0410(工程和环境地球物理学);空间物理学二级申请代码仍包含2个:D0411(空间物理学)和D0412(空间天气学);行星物理学为新增的二级申请代码(D0413),是以行星空间环境、大气环境、表面环境及内部结构等在内的行星多圈层物理过程为重点;实验与仪器代码名称优化为地球和行星物理实验

收稿日期:2020-09-28;修回日期:2020-10-26.

作者简介:程惠红(1984-),女,山西平遥人,副教授,主要从事计算地球动力学研究、地球物理学和空间物理学学科项目管理和资助战略研究. E-mail:chenghh@nsfc.gov.cn

与仪器(D0414)。此次代码调整,D04学科形成“地球→空间→行星”层次分明的“多层次、多尺度和多维度”的学科体系,以期助推传统的“地球物理学和空间物理学”向与“新时期地球科学部的宜居地球战略部署顶层设计”相适应的转变。

2021年国家自然科学基金项目的申请将启用新版申请代码,建议申请人认真阅读《2021年度国家自然科学基金项目指南》,据拟申请项目的研究内容选择对应的申请代码进行申请;建议同行评议专家及时到ISIS系统中更新个人信息,维护个人学科领域,填写恰当的关键词。

## 2 2020年度项目受理情况

### 2.1 申请项目数量

2020年度地球物理学和空间物理学学科申请项目总计2 035项,具体情况如表1所列。

2015—2020年地球物理学和空间物理学学科面上项目、青年基金和地区基金(3类项目以下合称

为“面青地”项目)申请总数呈持续增长的趋势(图1)。2020年“面青地”3类项目分别较2019年增加了10.7%(地学部增幅为11.6%)、2.4%(地学部增幅为11.2%)和13.5%(地学部增幅为7.7%)。

### 2.2 统计分析

2020年申请的“面青地”项目中,4个二级申请代码(D0401、D0402、D0409和D0410)的申请量均超过170项,占项目申请总数的73.62%,具体情况如表2所列。

#### 2.2.1 面上项目科学问题属性

2020年度,地球物理学和空间物理学学科面上项目申请A类(“原创型”)科学问题属性的项目有95项(占比10.80%)、B类(“前沿型”)的有307项(占比34.89%)、C类(“需求型”)的有388项(占比44.09%)、D类(“交叉融合型”)的有90项(占比10.23%)。整体上,各个二级申请代码申请项目的科学问题属性为A类和D类项目较少。空间物理学A类科学问题属性的项目占比最高,但仍不到1/4,

表 1 2020年度地球物理学和空间物理学学科项目申请情况

Table 1 Application programs on geophysics and space physics, Department of Earth Sciences in 2020

项目类型	领域/方向	项目数/项
面上项目		880
青年科学基金项目(以下简称“青年基金”)		759
地区科学基金项目(以下简称“地区基金”)		59
优秀青年科学基金项目[以下简称“优青项目”, 其中含优青项目(港澳)2项]		63
国家杰出青年科学基金项目(以下简称“杰青项目”)		57
重点项目	“行星宜居性及演化”领域	8
	“资源能源形成理论及供给潜力”领域	17
	“地球与行星观测的新理论、新技术和新方法”领域	31
	“地球深部过程与动力学”领域	12
	“地球系统过程与全球变化”领域	2
	“人类活动与环境”领域	2
创新研究群体项目		5
专项项目		28
国际(地区)合作与交流项目		43
国家重大科研仪器研制项目		22
联合基金项目	地震科学联合基金项目	25
	区域创新发展联合基金	3
	企业创新发展联合基金	4
	NSFC-山东联合基金	1
重大研究计划	“特提斯地球动力系统”	6
	“西太平洋地球系统多圈层相互作用”	3
重大项目	人工智能油气地球物理反演与成像	2
	全球海洋中立场与海底地形精细建模理论方法与应用研究	2
基础科学中心项目		1

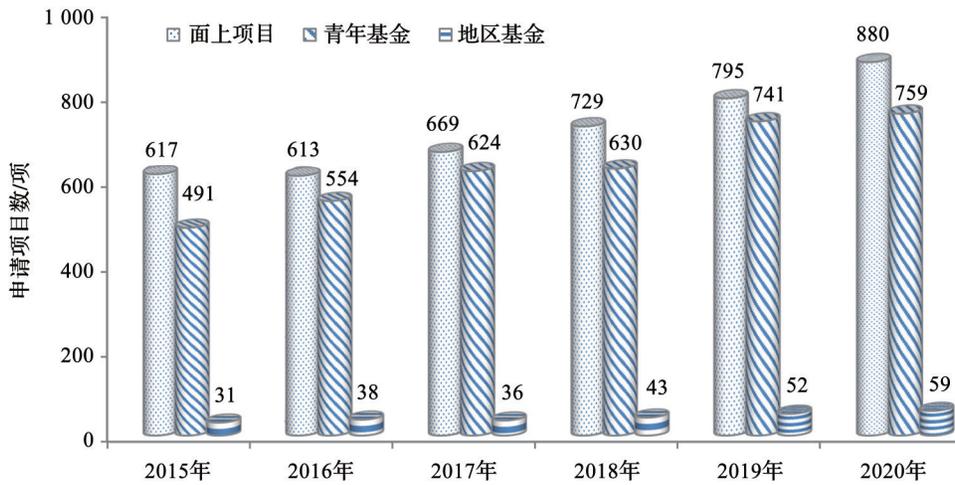


图 1 2015—2020 年地球物理学和空间物理学学科“面青地”项目申请情况(数据来自参考文献[2~6])

Fig.1 Application programs of the General, Young scientists fund and Fund for less developed regions on geophysics and space physics, Department of Earth Sciences from 2015 to 2020 (data from references [2~6])

表 2 地球物理学和空间物理学学科各二级代码项目申请数量统计表

Table 2 Statistics of application programs classified by secondary application code of geophysics and space physics sciences, Department of Earth Sciences

类别 二级代码	面上项目/项	青年基金/项	地区基金/项	合计/项
D0401	156	170	12	338
D0402	112	84	4	200
D0403	23	12	2	37
D0404	35	48	5	88
D0405	17	29	0	46
D0406	10	6	0	16
D0407	35	13	0	48
D0408	41	18	1	60
D0409	259	253	24	536
D0410	106	65	5	176
D0411	43	28	1	72
D0412	23	20	2	45
D0413	20	13	3	36

仅为 17.05%;D 类科学问题属性的项目占比最多的是固体地球物理学,但也仅有 33 项,占比 12.09%。此外,由申请项目科学问题属性在各分支学科占比可以看出,在一定程度上,学科特点决定了各自申请项目科学问题属性:大地测量学科和应用地球物理学学科侧重于面向国家重大需求,其申请科学问题属性 C 类的项目占主导,分别为 55.68% 和 65.25%;而固体地球物理学和空间物理学更多地聚焦科技前沿、新方法和新理论方面,申请科学问题属性 B 类的占多数,分别达到了 50.92% 和 58.14%。

2.2.2 学科交叉情况

2020 年申请的“面青地”项目中学科交叉项目 752 项(占 44.3%),其中学科内交叉项目占 27.6%,与地球科学部其他学科交叉项目占 8.4%,跨学部交叉项目占 8.3%。

2.2.3 研究队伍情况

2020 年“面青地”项目申请人年龄在 25~80 岁,具体年龄信息如图 2 所示。青年基金申请人年龄分布如表 3 所列。

表 3 2020 年青年基金男女性申请人年龄分布  
Table 3 The age distribution of male and female for the Young scientists fund of Geophysics and Space Physics, Department of Earth Sciences in 2020

性别	年龄/岁	占比/%
男性	26~30	18.3
	31~35	54.2
	35~40	0
女性	26~30	7.2
	31~35	13.3
	35~40	6.9

“面青地”项目申请人学历分布与往年大致相同:具有博士学位、硕士学位和学士学位的申请人分别占 91.0%、8.5% 和 0.5%。申请人职称情况为:高级职称占 51.2%、中级职称占 38.2%、博士后占 9.4%、初级职称及其他占 1.2%。

2.2.4 依托单位情况

2020 年共受理了 345 个依托单位的项目申请,申请“面青地”项目(1 698 项)的依托单位有 343 个,

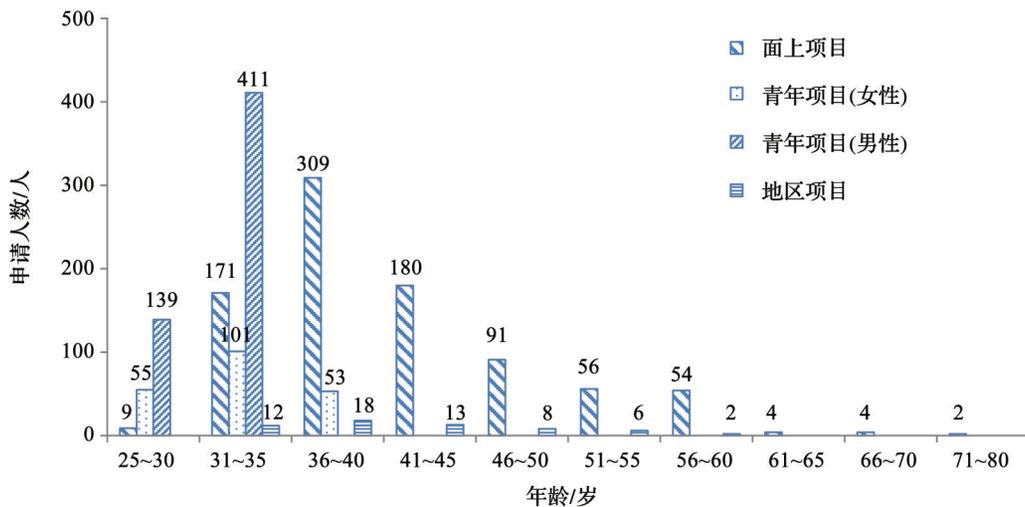


图 2 2020 年地球物理学和空间物理学学科“面青地”项目申请人年龄分布

Fig.2 The age distribution of the applicants of the General, Young scientists fund and Fund for less developed regions on geophysics and space physics, Department of Earth Sciences in 2020

其中有 22 个单位申请的项目超过 20 项,共申请 809 项,占总申报数的 42.6%。武汉大学(78 项)、中国科学院地质与地球物理研究所(66 项)、成都理工大学(58 项)、东华理工大学(57 项)、中国地质大学(武汉)(52 项)、中国科学院国家空间科学中心(47 项)和吉林大学(44 项)等申请的项目超过 40 项。

### 3 受理项目初审情况

申请项目初审遵循以往的原则,2020 年有 2.5%的“面青地”项目未通过初审,其中面上项目 35 项、青年基金 6 项和地区基金 2 项,主要原因是:①申请书中合作单位名称与公章名称不一致;②申请人简历中未列出研究生及博士后合作导师姓名;③申请人或主要参与者填写的信息前后不一致(特别是职称信息);④申请书的研究期限填写错误;⑤申请书缺页或缺项、缺少主要参与者简历;⑥未按要求提供相关材料等。

建议申请人认真阅读年度《项目指南》中申请须知的相关要求,严格按照撰写提纲撰写,规范填写并及时更新个人信息,从而避免形式审查出现问题。另外,建议依托单位对申请材料的真实性、完整性和规范性进行严格审核。

### 4 确定送审项目的原则

#### 4.1 送审项目的原则

遵照《2020 年度评审工作意见》,严格执行评审纪律,规范评审行为。按照地球科学部部务会规定,对 2020 年相似度超过 40% 的项目一律列入备查

项目且做了相关材料存档。以下为地球物理学和空间物理学学科相似度检查情况:①当年申请项目之间整体相似率超过 40%(含)的项目为 0 项;②当年申请项目与近 5 年未获资助项目之间整体相似率超过 40%(含)且 2 份申请不是同一申请人的有 17 项,其中 2 项申请项目虽综合评价意见得分和资助意见达送审项目要求,仍列为备查项目;③当年申请项目与最近 5 年已获资助项目之间整体相似率超过 40%(含)的项目为 0 项。

结合各分支学科申请量和通讯评审结果及申请项目科学问题属性,2020 年度地球物理学和空间物理学学科送审项目具体情况如下:

(1)面上项目:固体地球物理学和空间物理学学科平均分不低于 3.4 分且不予资助意见不超过 2 个项目(169 项)均送审;大地测量学科和应用地球物理学(含地球物理学和空间物理学实验与仪器)平均分不低于 3.2 分且不予资助意见不超过 2 个项目(165 项)均送审。拟资助项目 226 项,送审项目 334 项,送审率 147.79%。

(2)青年基金:平均分不低于 3.4 分且不予资助意见不超过 2 个项目均送审。拟资助项目 158 项,送审项目 233 项,送审率 147.47%。

(3)地区基金:平均分不低于 3.4 分且不予资助意见小于 2 个项目均送审。拟资助项目 9 项,送审项目 13 项,送审率 144.44%。

#### 4.2 项目送审情况

(1)面上项目同行评议中有不予资助意见的项目占 66.25%,送审项目中占 33.23%;青年基金中两者比

例分别为 65.88% 和 19.31%。同行评议意见分歧较大的送审项目通常是申请书确实存在较大问题,或因科学问题原创性/创新性/交叉性强而难以得到共识的项目,评审组在会议上对其进行了重点讨论。

(2) 申请项目数超过 20 项(含)的 22 家依托单位的面上项目和青年基金送审项目数分别占总送审项目数的 58.98% 和 47.64%,且其总体送审率分别达到 45.92% 和 40.36%,高于所有项目的送审率(37.95% 和 30.70%)。

## 5 2020 年度“面青地”项目资助情况

2020 年度地球物理学和空间物理学学科资助“面青地”项目具体情况如表 4 所列。面上项目在各研究领域分布依次为:勘探地球物理学(34.95%)、固体地球物理学(25.22%)、大地测量学(22.57%)和空间物理学(17.26%);青年基金在各研究领域分布依次为:勘探地球物理学(40.51%)、大地测量学(25.32%)、固体地球物理学(20.25%)和空间物理学(13.92%)。

表 4 2020 年度面上项目、青年基金和地区基金资助情况  
Table 4 The funding of projects managed by the discipline of Geophysics and Space Physics, Department of Earth Sciences in 2020

项目类型	项目数/项	资助率/%	平均资助强度/(万元/项)
面上项目	226	25.68	58.92
青年基金	158	20.82	24.00
地区基金	9	15.25	35.00

## 6 2019 年结题项目研究成果概况

2019 年实际结题项目 362 项(应结题 362 项)。其中,面上项目 181 项(按期结题项目:2015 年批准资助的 179 项和 2018 年批准资助的 1 项;延期结题项目:2013 年批准资助的 1 项),青年基金 158 项(按期结题项目:2016 年度批准资助的 156 项和 2017 年度批准资助的 2 项),地区基金 7 项,优青项目 5 项,杰青项目 1 项,“矿产资源、化石能源的形成机制与探测理论”领域重点项目 10 项。

近 5 年来结题项目的获奖情况如表 5 所列。对各类项目发表科技论文情况的统计如表 6 所列。

## 7 代表性成果介绍

### 7.1 大地测量学领域

(1) 非模型化误差理论及其 GNSS 应用  
全球导航卫星系统(Global Navigation Satellite

System, GNSS) 观测值中包含多种系统误差,对系统误差的精确改正和有效补偿是实现 GNSS 高精度应用的前提。2019 年结题项目(项目批准号:41574023)针对该方面研究取得的主要成果有:①探讨了不同应用模式下非模型化误差的显著性检验理论,包括非模型化误差的显著性检验,多路径的实时探测,周跳和数据中断修复等;②分析了非模型化误差的随机模型和函数模型补偿理论与方法,提出了非模型化误差的多历元部分参数化方法,以及顾及测站相关非模型化误差的实时自适应加权模型等;③研究了不同高精度应用模式下(静态基线、RTK、网络 RTK 和 PPP)非模型化误差补偿的整数模糊度固定和可靠性评估理论与方法;④获得了非模型化误差的补偿对观测模型的影响,包括三频观测值信号的随机模型估计问题,GNSS 观测值及接收机信号质量等。

### (2) 地球自由振荡的高精度探测

地球自由振荡对揭示固体地球系统各圈层的结构,确定地球内部密度和弹性参数扮演着重要角色。2019 年结题项目(项目批准号:41574007)基于相关观测数据和方法,取得了如下成果:①将仅考虑了径向分量的分裂系数扩展到考虑径向和横向分量的组耦合形式上,使原本适用于探测径向模态(或是仅考虑自耦合效应)的 OSE 方法可以同时剥离在同一分量由于地球 3D 效应导致的球型模态和环型模态耦合所致的模态簇上;②比较了考虑自耦合和考虑群耦合效应的简正模观测结果,发现在某一窄带内,考虑群耦合效应的迭积方法可以更清晰更完全地剥离出高频、高阶多线态;③基于 Slichter 模的 2 种可能激发原理,分别利用全球完全超导(SG)观测数据和 3 个超大地震后的 SG 观测数据,进行了积谱分析和最优序列估计方法的迭积处理,在 2 组数据集的积谱结果中,找到了 1 组满足 Slichter 模三重分裂规律的信号,与 PREM 模型的理论预测周期以及前人的部分观测周期也极为接近;④基于地球自由振荡简正模合成谱理论,研究了震源机制参数对自由振荡合成谱的影响,确定了利用地球弹性简正模反演地震震源机制的主要过程和方法,将大地测量数据确定的最优断层倾角以及其他震源初步信息作为简正模反演的约束条件,进一步约束地震断层模型。

### 7.2 固体地球物理学领域

(1) 青藏高原南北向裂谷深部结构及其动力学机制  
长期以来,青藏高原中部、南部数条近南北向

表 5 2015—2019 年结题项目获奖情况对比

Table 5 Comparison of the awards of the completed programs managed by the discipline of Geophysics and Space Physics, Department of Earth Sciences from 2015 to 2019

结题年度	结题项目数/项	国家级自然	国家级科技	国家级科技	省部级自然	省部级自然	省部级科技	省部级科技
		科学奖 二等奖/项	进步奖 一等奖/项	进步奖 二等奖/项	科学奖 一等奖/项	科学奖 二等奖/项	进步奖 一等奖/项	进步奖 二等奖/项
2015 年	317	0	0	2	2	6	30	37
2016 年	362	1	2	3	1	8	24	30
2017 年	358	0	1	3	3	6	16	30
2018 年	323	0	2	5	8	4	22	26
2019 年	362	0	1	10	2	4	29	29

表 6 2018 年和 2019 年结题项目发表论文统计和比较

Table 6 Statistics and comparison of papers funded by the completed programs of discipline of Geophysics and Space Physics, Department of Earth Sciences in 2018 and 2019

项目类别	项目数/项		SCI 论文数/平均数		EI 论文数/平均数	
	2018 年	2019 年	2018 年	2019 年	2018 年	2019 年
重点项目	7	10	213 篇/30.4 篇	326 篇/32.6 篇	40 篇/5.7 篇	59 篇/5.9 篇
优青项目	5	5	37 篇/7.4 篇	45 篇/9.0 篇	1 篇/0.2 篇	6 篇/1.2 篇
面上项目	164	181	1 211 篇/7.4 篇	1 334 篇/7.4 篇	237 篇/1.5 篇	265 篇/1.5 篇
青年基金	139	158	453 篇/3.3 篇	539 篇/3.4 篇	123 篇/0.9 篇	121 篇/0.8 篇
地区基金	8	7	10 篇/1.3 篇	16 篇/2.3 篇	9 篇/1.1 篇	5 篇/0.7 篇

裂谷的形成机制存在多种争议。重力垮塌、横向挤出、斜向汇聚和印度下地壳挤入等多种模型被用来解释南北向裂谷的形成。这些模型虽能够很好地与南北向裂谷的空间分布或发育时间对应,但也存在一些不足。2019 年结题项目(项目批准号:41574048)基于青藏高原南部布设的宽频带地震台阵(TIBET-31N)数据,利用虚拟震源地震测深方法获取了剖面下方的 Moho 面深度变化图像。初步得出:①综合亚东—谷露裂谷附近的地球物理结果和断层及震源机制解,认为亚东—谷露裂谷切穿地壳,裂谷的发育与深部过程有关。②获得了高原中部和南部上地幔速度界面的起伏形态:在亚东—谷露裂谷下方,印度俯冲板片底界面都发生了明显的东西向错断,两侧板片深度相差 70 km;在裂谷的两侧,青藏高原岩石圈底界面在东西向也存在 30 km 的深度差异。③给出深部过程与裂谷发育的动力学关系:青藏高原在印度的北向推挤下,岩石圈缩短增厚,在南北挤压力和重力共同作用下,高原中部物质发生东西向的伸展;由于印度大陆俯冲板片发生撕裂,形成板片窗为深部的软流圈物质上升提供了通道;热的软流圈物质侵蚀、破坏上方东西向伸展的高原岩石圈,促使南北向裂谷的发育。

## (2) 华北地区三维精细地壳速度模型

华北地区是我国重要的政治经济文化中心,也

是一个地震多发区。其地震活动性与区域的地质构造运动密不可分,特别是华北克拉通岩石圈减薄和破坏可能是造成这些构造运动和地震活动的主要根源。2019 年结题项目(项目批准号:41574034)利用华北地区密集地震台阵的波形和走时资料,取得了如下成果:①采用背景噪声及地震面波频散走时数据反演、体波走时和面波频散走时直接反演,获得了华北地区地壳上地幔横波速度结构模型和三维地壳横波速度结构模型 NChina\_Crust1.0;②发展了新的基于线性台阵背景噪声波形伴随成像的方法,获得华北地区线性台阵剖面下方的精细二维速度结构;③采用 P 波接收函数(Ps 波及多次波)波动方程偏移成像方法获得了华北地区更为精细的地壳厚度模型,并采用 P 波接收函数分析方法获得该地区地壳平均方位各向异性特征;④发展了基于频散曲线、瑞利面波振幅比、P 波接收函数联合反演台站下方一维横波速度结构的方法,并获得了华北地区部分台站下方的地壳层状速度结构模型;⑤基于获得的 NChina\_Crust1.0 地壳模型,模拟了 1976 年唐山大地震的强地面运动特征,分析了其与速度结构分布之间的关系;⑥发展了背景噪声体波干涉和间断面成像方法,研究了华北地区地幔转换带结构的横向变化。这些研究成果对于后续华北地区多尺度结构模型构建以及地震灾害的评估具有重要的意义。

### 7.3 应用地球物理学领域

#### (1) VSP全波场反演偏移成像

垂直地震剖面(Vertical Seismic Profiling, VSP)是直接对地下介质目的层实施地震观测,所获取的井旁高分辨率地震数据可有效提高小目标和小地质体的识别能力,可有效提高储层和油藏的描述精度。针对成像范围、偏移干扰、多分量数据成像精度问题,2019年结题项目(项目批准号:41574117)取得了以下成果:①将观测数据中的多次波视为有效信号,开展了一次波和多次波联合逆时偏移成像、弹性波逆时偏移成像、黏弹性最小二乘逆时偏移成像研究,改善偏移成像的精度及分辨率;②发展了一步法波场延拓的地震波场模拟方法,降低了波场存储成本,提高了波场模拟稳定性;③开展了转换波共炮域极性校正方法,解决了转换波成像中的极性反转问题;④实现了基于解析法波场分离的逆时偏移成像方法,避免了低频噪音和虚假反射对偏移成像的干扰。这些研究对认识地震波传播规律,提高复杂油气目标的识别精度有重要的意义,对推动油气勘探取得突破进展和保障国家能源安全有重要作用。

#### (2) 基于伴随原理和非结构化网格的大地电磁三维并行反演

大地电磁探测方法是研究深部电性结构重要的一种方法,但其三维反演尚不能精细模拟复杂地形和地质体边界,且计算消耗较大,反演规模较小,难以在实际中推广应用。2019年结题项目(项目批准号:41574120)基于非结构化网格,开发了一系列的带地形复杂大地电磁2D/3D正反演技术和方法,取得了如下成果:①利用非结构化三角形网格、有限元算法、实现了大地电磁和射线大地电磁的高精度快速2D正演计算,采用自适应和局部加密的技术,实现了正演精度的大幅度提高;②利用非结构化四面体网格、矢量有限元算法、实现了大地电磁和射线大地电磁的快速3D正演计算,采用面向目标自适应策略,测试并获得了针对电导率各项异性介质的最优化的后验误差计算算子,从而实现了正演精度的自动提高;③利用非结构化四面体网格、矢量有限元算法、实现了带地形复杂可控源电磁的3D正演计算,具备了同时处理任意电偶源和磁偶源的能力,采用网格加密计算,实现了正演精度的大幅度提高;④基于非结构化的反演网格,采用伴随原理实现了灵敏度矩阵的快速计算,采用正反演网格独立的策略,实现了反演的精度的大幅度提高和

计算的显著加速,从而实现了带地形复杂(射线)大地电磁2D问题的电导率反演;⑤采用非结构化正反演网格独立的策略、伴随原理、高斯牛顿和L-BFGS反演算法,实现了带地形复杂(射线)大地电磁2D和3D问题的电导率和联合反演。这些研究成果提高了大地电磁的资料处理及解释水平,对促进勘探电磁法正反演的快速发展具有重要的理论及实际意义。

### 7.4 空间物理学领域

#### (1) 日冕物质抛射内部热力学和动力学过程的模型反演研究

人类对日冕物质抛射(Coronal Mass Ejection, CME)和行星际日冕物质抛射(International Coronal Mass Ejection, ICME)观测已有几十年的历史,获得了大量的观测数据。但是,行星际空间传播中间过程观测缺很单一、匮乏,且很难反映CME内部特性。如何从现有的观测数据获得更多反演研究,开展ICME在行星际空间传播过程中的内部热力学和动力学过程,描绘CME在行星际空间演化规律的完整图像显得非常重要。2019年结题项目(项目批准号:41574165)针对此系列问题开展研究,获得以下研究成果:①发展和完善行星际ICME的内部等离子体状态反演模型,反演出ICME内部等离子体的热力学过程;②对CME早期动力学行为,特别是早期阶段约在10个太阳半径以内的膨胀和传播过程进行资料分析,理论模型计算和数值模拟等一系列综合研究,为构建完整的内日球层空间中ICME演化图像提供必要的参考。

#### (2) 极盖区极光弧的形成机制和演化特征研究

极盖区极光弧(PCA)常常发生在地磁平静且行星际磁场北向期间,是太阳风—磁层—电离层耦合过程在极区电离层的典型踪迹之一,能够反映其粒子源区的动力学过程。然而,PCA的发生位置、形状大小、发光强度、演化方式和存在周期等差异很大。为此,2019年结题项目(项目批准号:41604139)利用地基和星载极光观测数据,联合雷达、卫星等多手段观测,研究了极盖区极光弧的沉降粒子特征、南北半球对比特性,探讨了其磁力线位型及产生和演化的物理机制以及相关物理过程中的空间天气学效应等。主要成果有:①发现在南北半球同时观测到的极盖区极光弧的运动明显受行星际磁场By的调制,且在南北半球呈现出明显的反对称特征;②极盖区极光弧伴随有很强的对流剪切/反转,其沉降粒子具有边界层等离子体的特征,

并推测该极盖区极光弧发生在闭合磁力线上;③极盖区极光弧的粒子沉降能引起一种与传统极盖区等离子体云块不同的热等离子体云块,其电子温度明显升高,并伴随有离子上行、场向电流和对流剪切,能引起更强的极区电离层闪烁;④验证了闪烁指数与极区电离层对流速度存在很好的相关性,相位闪烁比幅度闪烁随对流速度增加地更快。这些研究成果有助于理解太阳风—磁层—电离层耦合过程和极盖区内不均匀体的形成和演化物理机理及其空间天气学效应,为极区电离层建模和空间天气预报提供物理依据。

#### 参考文献(References):

- [1] Cheng Huihong, Sun Changqing, Wang Cong. Optimization of the discipline layout of geophysics and space physics sciences in the National Natural Science Foundation of China [J]. *China Science Bulletin*, 2021, 66(2): 176-186. [程惠红, 孙长青, 王聪. 国家自然科学基金委员会地球物理学和空间物理学学科布局规划研究[J]. 科学通报, 2021, 66(2): 176-186.]
- [2] Guo Jinyi, Cheng Huihong, Yang Fang. An introduction of the projects administrated by Division of Geophysics and Space Physics, Department of Earth Sciences, National Natural Science Foundation of China in 2019 [J]. *Advances in Earth Science*, 2019, 34(11): 1 185-1 188. [郭进义, 程惠红, 杨昉. 2019年度地球物理学和空间物理学基金项目评审与成果分析[J]. 地球科学进展, 2019, 34(11): 1 185-1 188.]
- [3] Guo Jinyi, Cheng Huihong, Yang Fang. An introduction of the projects of year 2018 in the Division of Geophysics and Space Physics, Department of Earth Sciences, National Natural Science Foundation of China [J]. *Advances in Earth Science*, 2018, 33(12): 1 292-1 296. [郭进义, 程惠红, 杨昉. 2018年度地球物理学和空间物理学学科报告[J]. 地球科学进展, 2018, 33(12): 1 292-1 296.]
- [4] Yu Sheng, Cheng Huihong, Zhang Ying, et al. An introduction of the projects of year 2017 in the Division of Geophysics and Space Physics, Department of Earth Sciences, National Natural Science Foundation of China [J]. *Advances in Earth Science*, 2017, 32(12): 1 342-1 345. [于晟, 程惠红, 张莹, 等. 2017年度地球物理与空间物理学学科报告[J]. 地球科学进展, 2017, 32(12): 1 342-1 345.]
- [5] Yu Sheng, Zhang Dongli, Ren Liwen, et al. An introduction of the projects of year 2016 in the Division of Geophysics and Space Physics, Department of Earth Sciences, National Natural Science Foundation of China [J]. *Advances in Earth Science*, 2016, 31(12): 1 271-1 274. [于晟, 张冬丽, 任丽文, 等. 2016年度地球物理与空间物理学学科报告[J]. 地球科学进展, 2016, 31(12): 1 271-1 274.]
- [6] Yu Sheng, Zhang Dongli, Ren Liwen, et al. An introduction of the projects of year 2015 in the Division of Geophysics and Space Physics, Department of Earth Sciences, National Natural Science Foundation of China [J]. *Advances in Earth Science*, 2015, 30(12): 1 347-1 349. [于晟, 张冬丽, 任丽文, 等. 2015年度地球物理与空间物理学学科基金项目的受理评审[J]. 地球科学进展, 2015, 30(12): 1 347-1 349.]

## Introduction on the Judgement Programs in 2020 and the Achievement of Funded Programs in 2019 of the Discipline of Geophysics and Space Physics, Department of Earth Sciences, National Natural Science Foundation of China

Cheng Huihong, Sun Changqing, Wang Cong

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

**Abstract:** We introduced the optimization and adjustment plan of the application codes in the fields of geophysics and space physics for the deep reform of the National Natural Science Foundation of China in the new era. We analyzed the acceptances, reviews, submissions and grants of the projects of the discipline of Geophysics and Space Physics in 2020 and summarized the closeout status and achievement of funded programs at the end of 2019.

**Key words:** Geophysics; Space physics; Geodesy; Code adjustment; Evaluation and review by program types.