

刘羽,王军,李慧,等. 2020年度环境地球科学学科项目评审与成果分析[J].地球科学进展,2020,35(11):1171-1188.DOI:10.11867/j.issn.1001-8166.2020.097.[Liu Yu, Wang Jun, Li Hui, et al. An introduction to the projects managed by Division of Environmental Geosciences, Department of Earth Sciences, National Natural Science Foundation of China in 2020[J].Advances in Earth Science, 2020, 35(11):1171-1188.DOI:10.11867/j.issn.1001-8166.2020.097.]

2020 年度环境地球科学学科 项目评审与成果分析

刘羽,王军,李慧,徐奴文,冯娟,董紫君,李紫燕,吉莉,郭晓明
(国家自然科学基金委员会地球科学部,北京 100085)

摘要:分析了 2020 年度环境地球科学学科各类项目申请受理、评议和资助情况,指出了申请和评议过程中暴露的问题;总结了 2019 年底环境地球科学学科项目结题、项目完成情况以及主要学科方向取得的研究进展。

关键词:环境地球科学;项目评审;资助成果

中图分类号: P951 **文献标志码:** B **文章编号:** 1001-8166(2020)11-1171-18

1 2020 年环境地球科学学科项目资助情况

1.1 面上项目、青年科学基金项目 and 地区科学基金项目

2020 年度,国家自然科学基金委员会(以下简称基金委)环境地球科学学科共受理面上项目、青年科学基金项目(以下简称青年基金)和地区科学

基金项目(以下简称地区基金)申请 4 687 项(图 1)。

1.1.1 面上项目分类申请概况

2018 年基金委进入改革试点阶段,将依据科学问题的属性来确定新时代科学基金资助导向,实施科学基金项目分类评审,以提升资助精准度,统筹推进基础研究和应用基础研究。科学基金将坚持“鼓励探索,突出原创;聚焦前沿,独辟蹊径;需求牵引,突破瓶颈;共性导向,交叉融通”的新资助导

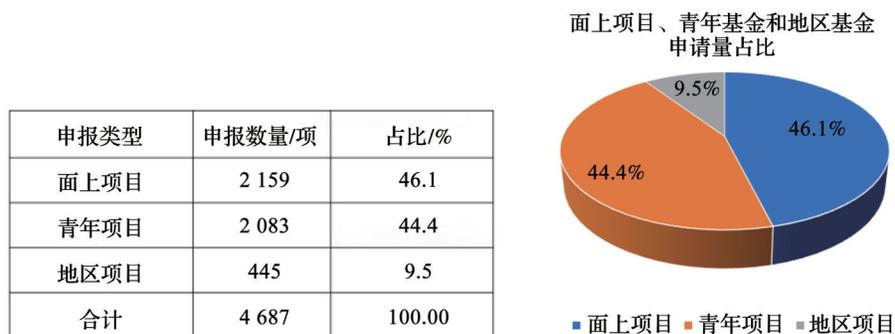


图 1 面上项目、青年基金和地区基金申请数情况

Fig.1 The application numbers of the projects managed by Division of Environmental Geosciences, Department of Earth Sciences

收稿日期:2020-10-01;修回日期:2020-10-28.

作者简介:刘羽(1966-),女,湖南涟源人,研究员,主要从事自然科学基金环境地球科学领域项目管理工作. E-mail: liuyu@nsfc.gov.cn

向^[1,2]。2020年面上项目全面实施分类评审,科学属性情况见表1。

1.1.2 申请项目依托单位分布

2020年度申请环境地球科学学科的依托单位共有778家,其中申报量达到20项及以上的依托单位有53家。按申报类型分类,面上项目、青年基金和地区基金申请的依托单位数目分别为485、608和118家。

申请项目数位列前11位的依托单位的申请项目情况见表2,其余767家依托单位共申请4159项,占比为88.73%。

1.1.3 项目申请人年龄分布

面上项目、青年基金和地区基金申请人年龄分布在26~74岁(表3)。其中,26~40岁年龄段人数占

总申请人数的73.71%。青年基金申请人的平均年龄为32岁,其中31~35岁年龄段占比达64.9%。面上项目和地区基金申请人年龄段主要在36~40岁,占比分别为33.9%和34.4%。

表1 面上项目分类评审科学属性分布情况
Table 1 The distribution of scientific attributes of general project classification review

科学属性	申请数量/项	申请占比/%
A类(原创类)	157	7.29
B类(前沿类)	737	34.22
C类(需求类)	937	43.50
D类(交叉类)	323	15.00
合计	2154	100.00

表2 申请项目数量前11位的单位

Table 2 The top 11 units in the number of applied projects

序号	依托单位	面上项目/项	青年基金/项	地区基金/项	合计/项	占比/%
1	西北农林科技大学	45	18	0	63	1.34
2	中国地质大学(武汉)	38	18	0	56	1.19
3	成都理工大学	26	28	0	54	1.15
4	中国科学院南京土壤研究所	33	20	0	53	1.13
5	暨南大学	19	28	0	47	1.00
6	华中农业大学	35	11	0	46	0.98
7	西南大学	32	11	0	43	0.92
8	南京农业大学	30	12	0	42	0.90
9	中国科学院生态环境研究中心	26	16	0	42	0.90
10	长安大学	20	21	0	41	0.87
11	中国环境科学研究院	20	21	0	41	0.87
	合计	324	204	0	528	11.27

表3 项目申请人年龄分布列表

Table 3 List of age distribution of project applicants

年龄段/岁	面上项目/项	青年基金/项	地区基金/项	合计/项	占比/%
26~30	14	454	8	476	10.16
31~35	388	1352	77	1817	38.77
36~40	732	277	153	1162	24.79
41~45	509	-	117	626	13.36
46~50	245	-	52	297	6.34
51~55	154	-	29	183	3.90
56~60	107	-	9	116	2.47
61~65	7	-	0	7	0.15
66~70	1	-	0	1	0.02
71~75	2	-	0	2	0.04
合计	2159	2083	445	4687	100.00

注:“-”表示无数据

1.1.4 申请项目学科分布

在环境地球科学的11个二级学科中,面上项

目、青年基金和地区基金申请项目数量最多的3个二级学科分别为土壤学(D0701)1618项、污染物行为过程及其环境效应(D0708)765项和工程地质环境与灾害(D0705)505项,三者总和占总申请量的61.62%(图2)。

1.1.5 申请项目初审和同行评议概况

根据《2020年度国家自然科学基金项目指南》,因项目申请人或参加人申请手续不完备而不予受理的项目共9项,占申报总数的0.2%,其中面上项目5项,青年基金3项,地区基金1项。不予受理的主要原因为:①在职研究生或无博士学位的申请人未按照要求提供专家推荐信、导师同意函;②申请项目未按照规定年限填写;③将研究内容相同或相近的项目以不同项目类型进行申报等。

为应对当前环境地球科学学科交叉越来越突

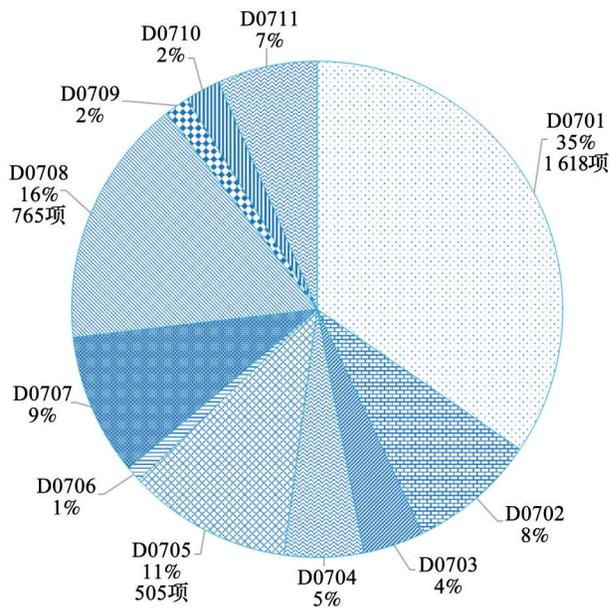


图 2 申请项目学科分布

Fig.2 Discipline distribution of applied projects

出的新形势,对通过初审的 4 678 项申请项目均通过科学基金网络信息系统(ISIS)送同行专家进行评议,依照《国家自然科学基金条例》和三类项目管理办法,借助智能指派功能从同行专家库中选择 5 名专家进行通讯评议,根据《2020 年度科学基金项目评审工作意见》,同一依托单位的通讯评审专家不得超过 1 人,5 位函评专家来自 5 个不同的单位。同行评议意见返回率为 100%。

1.2 重点项目

申报“人类活动对环境和灾害的影响”领域重点项目共 190 项(占地学部 588 项的 32.3%),来自 98 个依托单位(表 4)。申报本领域重点项目 4 项及以上的依托单位共 12 家(占 12.4%),具体情况见表 5,另有 14 项来自其他单位。

1.3 人才类科学基金项目

1.3.1 国家杰出青年科学基金项目

2020 年国家杰出青年科学基金项目(以下简称

表 4 “人类活动对环境和灾害的影响”领域重点项目概况

Table 4 Overview of key projects in the field of "The Impact of Human Activities on the Environment and Disasters"

单位隶属	依托单位数量/项	依托单位数量占比/%	申请数量/项	申请数量占比/%
高等院校	69	70.4	142	74.7
科研院所	29	29.6	48	25.3
合计	98	100.0	190	100.0

杰青项目)共受理申请 93 项,项目申报依托单位情况见图 3。

表 5 “人类活动对环境和灾害的影响”领域重点项目依托单位情况(前 12 位)

Table 5 The status of the key project support units in the field of "The Impact of Human Activities on the Environment and Disasters" (Top 12)

序号	依托单位	申请项数/项	答辩项数/项
1	中国矿业大学	11	1
2	南京大学	10	1
3	北京师范大学	7	1
4	中国科学院地理科学与资源研究所	7	1
5	中山大学	6	0
6	北京大学	6	1
7	中国环境科学研究院	4	1
8	中国地质大学(北京)	4	2
9	中国科学院生态环境研究中心	4	1
10	同济大学	4	1
11	河海大学	4	0
12	长安大学	4	1
	合计	71	11

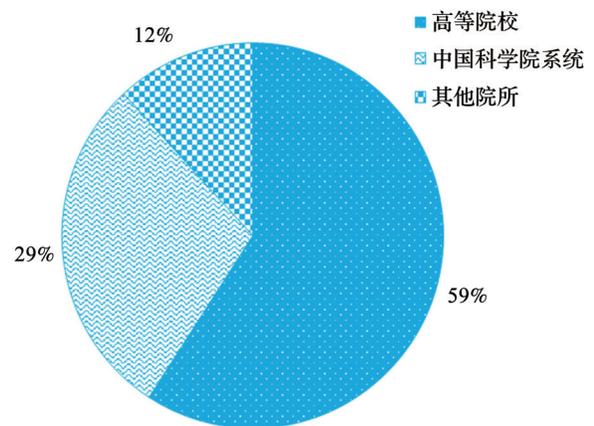


图 3 2020 年度杰青项目申报依托单位分布情况

Fig.3 Distribution of supporting units of Distinguished Young Scholars in 2020

申请人年龄总体呈梯次分布(图 4):第一梯队为 43~45 岁为申报主力军,共 37 位,以 44 岁申请者人数最多,这与临近杰青项目申报截止年龄具有一定相关性;第二梯队为 39~42 岁,申报人数共 53 位,波峰在 42 岁;第三梯队为 38 岁以下,申报人数仅 3 人。在第二梯队与第三梯队中不乏已获得各种人才类项目的青年学者,这种阶梯式分布体现了人才成长的客观规律,也表明青年人才的培养越来越受到重视。

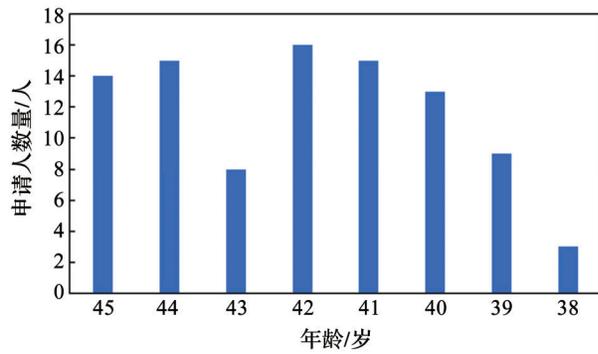


图4 2020年度杰青项目申请人年龄分布情况

Fig.4 The age distribution of applicants for the Distinguished Young Scholars in 2020

从申报项目的二级学科分布来看(图5), 申请项目数量最多的3个二级学科分别为土壤学(D0701)31项, 占比33.33%; 污染物行为过程及其环境效应(D0708)14项, 占比15.05%; 环境地球化学(D0707)13项, 占比13.98%。申报数量最少的二级学科为环境地质学(D0706)、第四纪环境(D0709)、环境变化与预测(D0710)和区域环境质量与安全(D0711), 均为2项。这充分体现了目前环境地球科学领域的研究热点, 但同时也暴露了领域优秀人才存在一定的学科发展不均衡问题, 需要在今后的工作中加大扶持力度和学科导向。

1.3.2 优秀青年科学基金项目

2020年度申报环境地球科学(D07)的优秀青年科学基金项目(以下简称优青项目)共148项, 占学部总申请量(656项)的22.6%。依托单位分布情况见表6。申报4项及以上的依托单位共11家(占

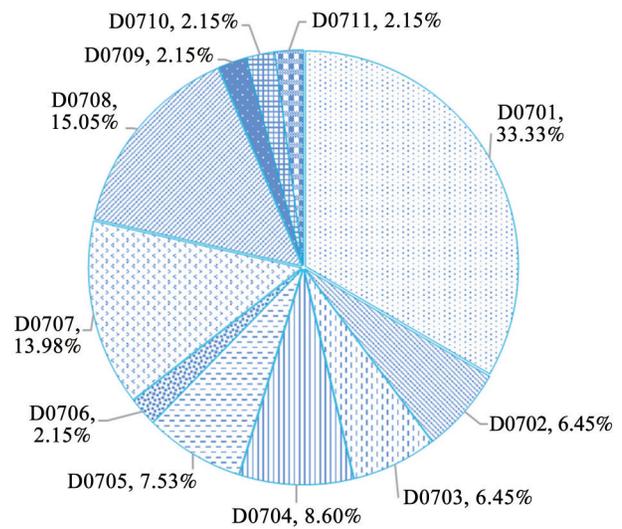


图5 2020年度杰青项目申报学科分布情况

Fig.5 Distribution of disciplines for Distinguished Young Scholars in 2020

16.18%), 共申报56项(占37.84%), 参加答辩7项(占38.89%)(表7)。

申请人年龄主要集中在35~38岁, 具体情况见图6和7。

表6 优青项目依托单位分布情况

Table 6 Distribution of supporting units for Excellent Young Scholars

单位隶属	依托单位数量/项	依托单位数量占比/%	优青申请数量/项	优青申请数量占比/%
高等院校	39	59.09	88	59.46
科研院所	27	40.91	60	40.54
合计	66	100.00	148	100.00

表7 优青项目依托单位申报数量排名

Table 7 Ranking of the number of applications submitted by the supporting units for Excellent Young Scholars

序号	依托单位	优青项目申请数量/项	答辩项目数量/项
1	中国科学院南京土壤研究所	9	1
2	中国科学院、水利部成都山地灾害与环境研究所	7	1
3	暨南大学	5	0
4	天津大学	5	2
5	西北农林科技大学	5	1
6	浙江大学	5	0
7	南京师范大学	4	1
8	同济大学	4	0
9	中国科学院广州地球化学研究所	4	1
10	中国科学院生态环境研究中心	4	0
11	中山大学	4	0
	合计	56	7

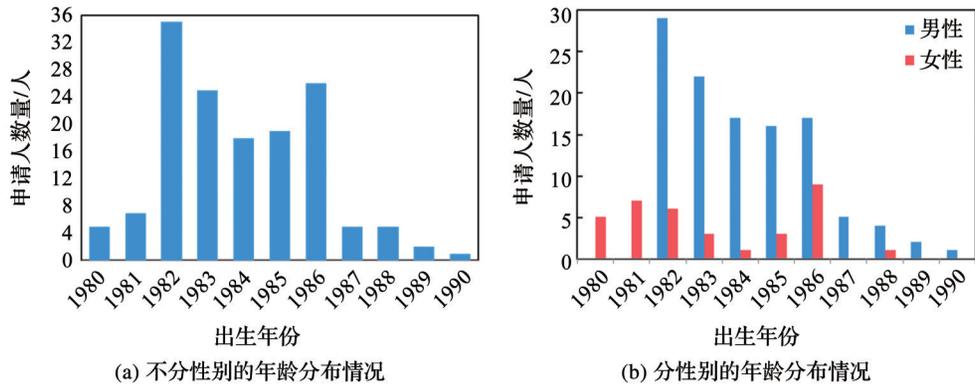


图 6 优青项目申请人出生年份分布情况
Fig.6 The distribution of the year of birth of applicants for the Excellent Young Scholars

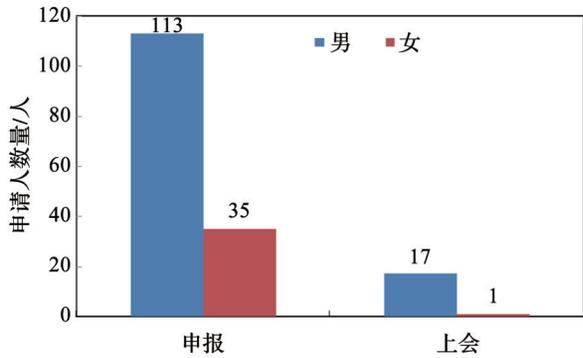


图 7 优青项目申请人性别分布情况
Fig.7 Gender distribution of applicants for the Excellent Young Scholars

参加会评答辩项目的二级学科分布情况为土壤学(D0701)4项,工程地质环境与灾害(D0705)及污染物行为过程及其环境效应(D0708)各3项,环境大气科学(D0703)、环境水科学(D0702)和第四纪环流(D0709)各2项,环境地质学(D0706)、区域环境质量与安全(D0711)各1项(表8)。

2 2020 年度面上项目、青年基金和地区基金推荐上会原则、类别分析及资助情况

2.1 推荐上会项目推荐原则

2.1.1 遴选项目总体推荐原则

根据同行评议情况对项目进行了排序和分类,遴选推荐送审项目原则为:①按平均分、综合评价和资助意见排序。②根据推荐上会的指标数推荐,按照管理办法,控制 130%~160% 的上会比例。③尽量选择分数拐点进行推荐;2020 年上会:面上项目大于等于 3.0 分,青年基金项目大于等于 3.0 分,地区基金项目大于等于 3.0 分。④科学属性 A 类和

D 类项目降一档(0.2 分)上会。⑤同等情况下,综合考虑推荐“优”和“优先资助”多的项目。

2.1.2 分类评审推荐原则

根据面上项目批准数(456 项)130%~160% 的上会比例,环境地球科学学科拟上会项目数为 592~729 项。其中,平均分大于 3.4 分的共有 421 项、大于 3.2 分的共有 672 项、大于 3.0 分的共有 970 项。经测算,大于 3.2 分的全部推荐上会(根据不同的二级代码上会分数会有差异),小于 2.8 分的不推荐上会。初步测算后,面上项目上会数 648 项,具体情况见图 8。根据测算发现,原创类项目(A 类)和交叉类项目(D 类)上会比例明显偏低,为了保护原创类和交叉类项目,推荐上会时 A 类和 D 类项目降低一档推荐。

根据上述原则,遴选推荐上会面上项目 702 项,为拟资助面上项目数的 154%,其中科学属性 A 类 51 项、B 类 265 项、C 类 279 项和 D 类 107 项,上会率分别为 32.5%、36.0%、29.8% 和 33.1%(图 9),可以看出,考虑保护原创类和交叉类项目后,上会数增加了 54 项,其中 A 类项目增加 18 项、D 类项目增加 36 项。另外,青年基金 665 项,为拟资助青年基金数的 154%;地区基金 108 项,为拟资助地区基金项目数的 154%。所有项目均无逆序推荐送审情况。

2.2 各二级代码上会项目概况

2.2.1 同行评议

同行评议意见存在分歧的送审项目通常是申请书确实存在一定争议或因创新性强而难以得到共识的项目,应为评审组会议讨论的重点。

2.2.2 上会率差别

面上项目、青年基金和地区基金总体上会率为 31.5%(表 9),面上项目上会率为 32.5%(表 10)。其中第四纪环境(D0709)、环境变化与预测

表 8 2020 年度优青项目申报学科分布情况
Table 8 Disciplines distribution of application for the Excellent Young Scholars in 2020

学科代码	二级学科方向	答辩项目数量/项	申请项目数量/项	答辩占申请百分比/%	三级学科(方向)
D07	环境地球科学	18	148	12.16	-
D0701	土壤学	4	39	10.26	土壤物理学 1 项 土壤生物学 1 项 土壤肥力与土壤养分循环 1 项 土壤污染与修复 1 项
D0702	环境水科学	2	13	15.38	地下水环境 2 项
D0703	环境大气科学	2	12	16.67	-
D0704	环境生物学	0	5	0	-
D0705	工程地质环境与灾害	3	16	18.75	-
D0706	环境地质学	1	2	50.00	-
D0707	环境地球化学	0	17	0	-
D0708	污染物行为过程及其环境效应	3	30	10.00	污染物迁移、转化、归趋动力学 1 项 污染物生物有效性与生态毒理 1 项 污染物环境与健康风险 1 项
D0709	第四纪环境	2	4	50.00	-
D0710	环境变化与预测	0	4	0	-
D0711	区域环境质量与安全	1	6	16.67	-

注：“-”表示无数据

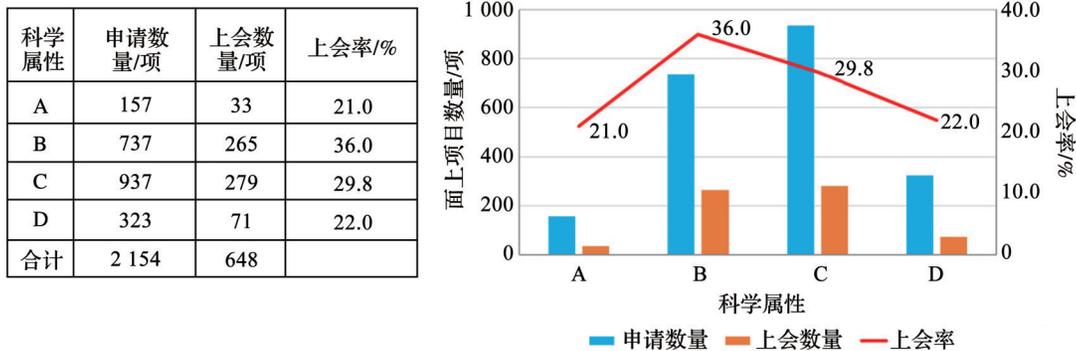


图 8 面上项目分类评审上会情况测算分析

Fig.8 Calculation and analysis of the general project classification review meeting

(D0710)和环境地球化学(D0707)申请项目上会率高于 35%;环境生物学(D0704)、环境地质学(D0706)和区域环境质量与安全(D0711)申请项目上会率低于 30%,其他学科项目上会率为 30%~40%(表 10)。

2.2.3 优势单位格局分布

受理申请项目数最多的 11 家依托单位分别为西北农林科技大学、中国地质大学(武汉)、成都理工大学、中国科学院南京土壤研究所、暨南大学、华中农业大学、西南大学、南京农业大学、中国科学院生态环境研究中心、长安大学和中国环境科学研究院。这 11 家依托单位申请项目的平均送审率为

41.7%(表 9)。其中,4 家依托单位申请项目的送审率大于 50.0%(表 9)。

2.3 2020 年度项目资助方案及评审原则

面上项目、青年基金和地区基金资助计划见表 11。

2020 年,面上项目全面落实分类评审改革。4 类科学问题属性及评审原则为:鼓励探索、突出原创,聚焦前沿、独辟蹊径,需求牵引、突破瓶颈,共性导向、交叉融通。在分类评审原则的基础上,环境地球科学学科正在积极探索分类评审的指导思想,细化评审标准,构建评审方式和评审路径。

会议评审在充分尊重同行评议意见的基础上,

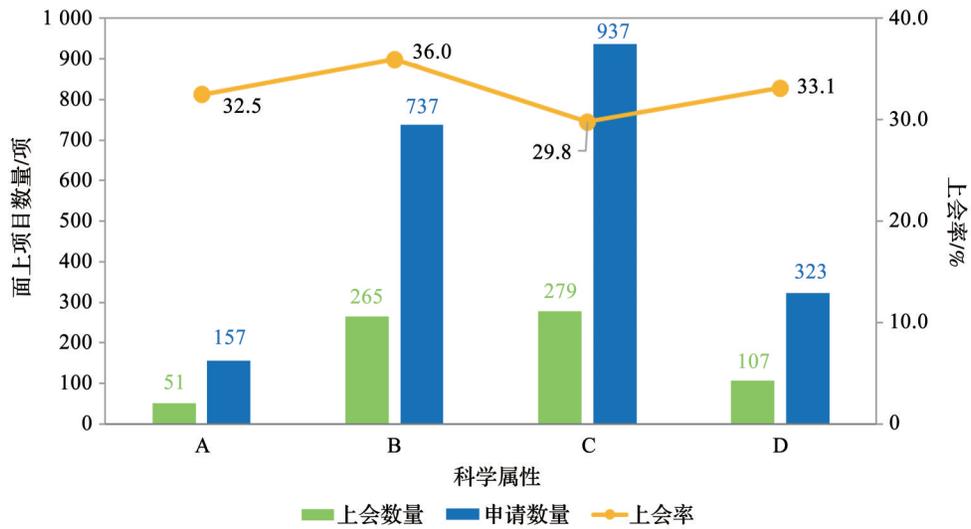


图 9 面上项目分类评审上会情况

Fig.9 General project classification review meeting situation

表 9 面上项目、青年基金和地区基金上会项目按单位分布情况

Table 9 Distribution of the projects by unit

序号	依托单位	申请项目数量/项	上会项目数量/项	上会率/%
1	西北农林科技大学	63	25	39.7
2	中国地质大学(武汉)	56	31	55.4
3	成都理工大学	54	17	31.5
4	中国科学院南京土壤研究所	53	31	58.5
5	暨南大学	47	19	40.4
6	华中农业大学	46	19	41.3
7	西南大学	43	11	25.6
8	南京农业大学	42	24	57.1
9	中国科学院生态环境研究中心	42	24	57.1
10	长安大学	41	11	26.8
11	中国环境科学研究院	41	8	19.5
	合计	528	220	41.7
	所有单位	4 687	1 477	31.5

着重从宏观战略和综合分析评判角度遴选项目,评审会上重点讨论同行评议或评审组专家有争议的项目。建议资助经费不允许超过申请经费。对建议资助经费超过 200 万元(含)的面上项目,评审组需专门提出书面意见,由委务会议逐项审批。

对“国家自然科学基金委项目相似度检查系统”检查发现的高相似度基金项目申请,分以下情形从严处理:①当年在地球科学部申请的基金项目与基金委资助项目之间整体相似率大于等于 40%的申请,列入备查项目;②当年在地球科学部申请的项目与往年未获资助项目申请人不同,且整体相似率 50%,同时 2 份申请书不是同一申请人的,列入

备查项目;③上述 2 种情况整体相似率大于等于 30%,提交学科评审组讨论。

此外,项目申请人中 2020 年在地球科学部申请创新研究群体项目、杰青项目、优青项目、重点项目、国家重大科研仪器研制项目和重点国际合作项目等并获专业评审组资助建议的,科学处将及时向评审组报告,供评审组参考。

3 2020 年度项目申请及通讯评审过程暴露的突出问题及建议

在 2020 年度项目申请中暴露出以下几个问题,值得引起重视^[3,4]:

表 10 各学科面上项目申报和上会项目数
Table 10 Number of projects declared and attending meetings by subject

申报学科	申报项目数量/项	上会项目数量/项	上会率/%
土壤学(D0701)	725	232	32.0
环境水科学(D0702)	166	52	31.3
环境大气科学(D0703)	79	28	35.4
环境生物学(D0704)	107	29	27.1
工程地质环境与灾害(D0705)	237	80	33.8
环境地质学(D0706)	27	8	29.6
环境地球化学(D0707)	210	77	36.7
污染物行为过程及其环境效应(D0708)	365	117	32.1
第四纪环境(D0709)	42	16	38.1
环境变化与预测(D0710)	52	19	36.5
区域环境质量与安全(D0711)	149	44	29.5
合计	2 159	702	32.5

表 11 面上项目、青年基金和地区基金资助计划
Table 11 Funding plans for the projects managed by
Division of Environmental Geosciences,
Department of Earth Sciences

项目类别	面上项目 青年基金 地区基金		
	送审项目数/项	资助项数/项	经费额度/万元
送审项目数/项	2 159	2 083	445
资助项数/项	456	433	70
经费额度/万元	26 068	10 392	2 450
平均资助强度/万元	57.17	24.00	35.00
资助率/%	21.12	20.79	15.73

注:资助率按申请项目(含不予受理项目)数计算

(1)有9项申请未能通过形式审查。

(2)环境地球科学是新组建的学科,一方面,二级申请代码需要进一步细化;另一方面,部分专家没有及时更新基金委ISIS库里的信息,智能指派时,难以匹配。

(3)在通讯评审中,部分专家未能在收到评审通知后及时做出“接受指派”或“拒绝指派”的决定。还有一些专家未能按照时间节点要求,及时返回评审意见。

(4)个别通讯评审专家的评审意见撰写过于简单,或者意见过于笼统。还有少量专家把不同申请书的评审意见填写错误等情况。

(5)人才项目“上会必查”,学术诚信一票否决制。对于杰青项目和优青项目,推荐上会之前,必须核查5篇代表作。如共同通讯作者标注成唯一通讯作者等,申请所提供数据与实际不符等情况,若涉及学术不端,将取消上会答辩资格。

针对上述问题,科学处有如下倡议:

(1)申请人须认真阅读年度国家自然科学基金项目年度指南和相关项目管理办法。

(2)申请人应认真阅读所填报项目类型的填报说明。填报说明也是基金项目是否受理的一个重要依据。在线填报申请书时可以下载阅读填报说明。申请书的撰写必须严格按照申请提纲完成,申请人和主要参与人的个人简历填写应真实规范,并对申请书的真实性、合法性负责。特别是如果曾经使用过其他身份证件,必须在简历中进行说明。

(3)为避免学术不端,申请人不得将内容相同或相近的项目向科学部提出申请。更不得将已获得资助项目向科学部申请重复资助。

(4)评审专家应认真阅读通知评审的邮件内容,了解相关的评审要求,特别是关于评审的保密原则和回避原则,确保评审的公正性。

(5)专家应自行保存好基金系统的登录名和密码,需要时可通过登录界面重置密码。基金申请书的打开密码在专家登录系统后查阅评议项目的界面上。

(6)基金委正在继续全面推进专家辅助指派系统的使用。专家要及时更新个人信息中的“研究领域”,便于工作人员根据研究领域指派适宜的申请书。

(7)基金委正在全面推进专家信誉管理档案的建立。专家不能无正当理由“超期”拒绝评议项目,评审意见应详细、明确,否则会影响专家信誉。

(8)评审人请确保“通信地址”的准确性,以便评审结束后能够及时收到基金委发放的专家咨询费。

(9)5篇代表作一定要认真如实标注。

4 2019年结题项目成果统计情况

4.1 2019年底结题项目成果统计

环境地球科学学科2020年受理了1 046份2019年结题的各类项目结题报告,其中青年基金473份,主要为2015年度批准项目;面上项目468项,主要为2015年度批准项目;地区基金项目70项,主要为2015年度批准项目;杰青项目6项,为2014年度批准项目;优青项目10项,为2016年度批准项目。此外,还完成了2019年度结题的重点项目(19项)专家结题评议验收工作。

2019年底结题的各类基金项目共发表SCI/SSCI收录论文5 677篇(包括*Nature*、*PNAS*、*Nature Geoscience*、*Nature Communications*等期刊)。项目执行期间获得杰青项目资助3人、优青项目资助10人;共培养博士研究生491名、硕士研究生1 455名。举办国际学术会议66次,在国际学术会议做特邀报告97人次。获国家自然科学一等奖1项、二等奖3项,国家科技进步奖一等奖1项、二等奖2项,2019年度结题项目还获得省部级自然科学/科技进步一等奖63项。

4.2 2019年结题项目取得的主要研究进展

4.2.1 土壤学

(1) 土壤圈形成与演化(D070101)

地形是影响水耕人为土土类分异的主要因素;“变性特性”、“含硫物质”、“盐积现象”和“复石灰”等诊断特性主要与成土母质和与人为活动有关;地理空间尺度影响水耕人为土主要诊断层/诊断特性的空间变异;成土环境控制着主要诊断层/诊断特性的发育程度(章明奎,41571207)。土壤全量与速效氮、磷含量变异可通过幅度与粒度效应耦合进行多元线性定量表征。类型单元各土壤属性变异幅度效应特征明显,利用样点最大距离和面积指数均可进行定量表征。多种土壤属性同时调查的样点分布方案应联合优化机制,基于最大密度布点、再按各自密度进行二次抽样的策略(于东升,41571206)。藏北高寒草地砾石含量和土壤有机质呈负相关,SOM化学组成以含氮化合物为主,而多糖、木质素和酚类等相对含量较低,细粒砾石覆盖下土壤呼吸速率显著降低,并当砾石盖度大于50%时,土壤呼吸被抑制;砾石含量与地下生物量呈正相关(于小丹,41571205)。雨季植物主要利用0~40 cm土壤水,旱季植物主要利用40~80 cm土壤水

和浅层地下水,潜水埋深低于150 cm时,客土表层土壤盐分受地下水的显著影响,土壤盐化和碱化过程是先盐化后碱化(王志春,41571210)。每增施有机质1%,长三角地区有机设施蔬菜地容重约下降0.038 g/cm³,总孔隙度增加2.45%,CT孔隙度增加1.49%(史学正,41571209)。有机肥提高土壤大于0.25 mm的团聚体数量、团聚体稳定性、团聚体总孔隙度及改善孔隙结构参数,优化团聚体孔隙结构(廖超林,41571211)。塑限液限、线胀系数与黏粒含量有极其显著的相关关系,易测量,可引入作为我国砂姜黑土检索指标(张晓光,41601211)。基于水分去除的原位可见光—近红外光谱可用于研究土壤有机碳预测(李洪义,41561049)。轻度和中度放牧基本保持了土壤结构的稳定性(张卫青,41561050)。构建区域植被覆盖度估测模型与土壤盐渍化反演模型对研究区土地退化过程进行定量评价,可揭示绿洲—荒漠过渡带植被空间格局分布与土壤盐渍化的响应关系,为选择耐盐植物进行盐渍地改良和生态修复提供科学依据(王雪梅,41561051)。

(2) 土壤物理学(D070102)

秸秆全量施入0~20 cm土层黑土平均每年增加有机质0.06 g/kg,施入20~35 cm土层有机质每年增加0.21 g/kg;秸秆腐解过程产物是团聚体形成的重要胶结物质。秸秆施入0~20 cm土层与20~35 cm土层大于0.25 mm团聚体分别增加4.7%与15.6%(邹文秀,41571219)。植物供应—需求水力学模型可以较好地预测土壤干层出现后刺槐叶片蒸腾速率、叶水势的变化过程,探讨土壤干层对刺槐水力安全性的潜在影响(黄明斌,41571213)。青藏高原泥炭沼泽冻融期间的CO₂排放量约占全年排放量的68.4%,CH₄排放量占全年的27.3%(朱单,41571220)。农业流域长乐江流域河谷平原地下水NO₃-N来源,分别为有机肥和污水(平均贡献41.8%)高于土壤氮(34%)高于化学氮肥(21.9%)高于大气沉积(2.3%)(吕军,41571216)。黄土高原区退耕还林区湿润气候对干层发展具有双向影响,植被在干层的发生过程中起决定性作用(贾玉华,41571221)。土壤水分入渗湿润锋在到达土层界面后由非线性推进转为线性推进,积水深度通过影响入渗界面处的压力势影响水分的运移,对入渗通量有直接作用;土壤初始含水量通过水势梯度的作用和土壤团聚体遇水后的崩解挤压作用对水分入渗产生影响;不同质地土壤水分运动数值解的稳定性

不同,砂性土数值解的稳定性最好,壤性土次之,黏性土最差(徐绍辉,41571214)。银北灌区土壤EC逐年增加,模型预测2024年以后作物生长会受到盐害胁迫。同一整治区域内排盐地占比越大,排盐效果越好;土地整治片区耕地与荒地的比例为1.5、高度差为0.3 m,耕地的排盐效果最好;排盐地插花分布于耕地中,排盐效果更好(黄元仿,41571217)。

(3) 土壤化学(D070103)

异养硝化作用与土壤pH显著负相关,与土壤C:N和有机碳含量均显著正相关,对林地土壤N₂O来源贡献44.6%,对农田土壤贡献很低。真菌*Phialocephala*, *Chloridium* 和 *Tararomyces* 是驱动异养硝化过程的主要微生物,难分解有机碳组分比例越大越有利于异养硝化作用发生(张金波,41571227)。不同海拔高度土壤有机碳(Soil Organic Carbon, SOC)长期矿化对温度的敏感性取决于土壤底物有效性,温度升高对中高海拔土壤有机碳库分解的影响更为显著,对气候变暖形成正反馈作用(何红波,41571237)。低温有利于肥料来源的真菌残留物在土壤中稳定存在,高温则有利于肥料来源的细菌残留物在土壤中稳定存在(张威,41571238)。铁/锰氧化物可缓解土壤铬污染:水锰矿—针铁矿复合物不仅能吸附Cr(VI),表面吸附态Fe(II)还能将部分Cr(VI)还原成Cr(III)并吸附于矿物表面;天然铁锰结核能有效氧化溶解态Cr(III)为Cr(VI),新生成Cr(VI)多吸附在铁锰结核表面;溶解氧参与Cr(III)氧化反应,Cr(III)氧化速率随溶解氧浓度上升而增大,而铁锰结核有催化加速氧化作用(邱国红,41571228)。可变电荷土壤对细菌和EPS(枯草芽孢杆菌和荧光假单胞菌及其胞外聚合物)的吸附量大于恒电荷土壤,促进了可变电荷土壤对Cu(II)、Cd(II)和Pb(II)等重金属的吸附,增强了土壤的抗酸化能力,抑制了土壤铝的活化(徐仁扣,41571233)。CO₂升高通过增加水稻分蘖数、增强O₂向土壤表面的传输、提高土壤Eh,减少产甲烷菌群落丰度、增加CH₄氧化潜力,减少水稻田CH₄排放(张广斌,41571232)。环境友好的铁锰氧化物材料可钝化重金属,结合球囊霉素土壤改良剂培育团聚体,通过定向阻隔和农艺调控,可构建农田污染土壤的绿色修复技术,采用超富集植物,可实现中低污染土壤“边修复边生产”和地力提升的同步技术(谭文峰,41425006)。

(4) 土壤生物学(D070104)

水热增加降低了黑土土壤烷氧碳和羰基碳含

量从而导致有机碳的损失,微生物潜在竞争关系随着水热梯度显著增加,水热增加导致了黑土微生物的分类多样性及系统发育多样性显著降低,土壤稀有类群的高稳定性提高了微生物群落抵御环境扰动的能力,易分解有机碳的减少会降低土壤真菌群落的稳定性和多功能性(梁玉婷,41622104)。在未来大气CO₂浓度和气温升高下老化的生物质炭仍然具有明显的芳香化结构,具备高度的稳定性和良好的固碳潜力;生物质炭输入通过增加土壤含水率与pH值、减少土壤DOC含量,显著降低土壤中产甲烷古菌与甲烷氧化细菌的功能基因丰度比值(16s RNA/pmoA),增强土壤CH₄氧化能力,减少土壤CH₄排放量;生物质炭调节土壤pH值的能力受气温与CO₂浓度同时升高的制约,生物质炭输入对土壤氨氧化的强化作用减弱,导致其对N₂O排放的促进效应减弱(吴伟祥,41571241)。森林中氮磷配施有利于增加土壤中有机质分解微生物功能和提高微生物碳积累,但需注意硝酸根淋失、N₂O排放风险(张心昱,41571251)。生物土壤结皮(Biological Soil Crust, BSCs)在维持荒漠生态系统结构与功能方面具有重要生态意义,影响BSCs斑块空间分布最重要的驱动因素是土壤粒径和降水,BSCs斑块的发育对土壤微生物群落具有重要的补充和筛选作用,随结皮发育不同形态氮素含量的季节变化差异为不同生活型荒漠植物的错峰生长提供营养基础,是荒漠植物适应干旱逆境的重要营养机制(张元明,41571256)。在水稻根际微生物组和菌根共生体形成中独脚金内酯生物和信号转导途径起重要作用(田春杰,41571255)。急性砷污染和田间长期砷污染临界浓度阈值分别为7.4和35 mg/kg。急性As(V)污染对酸性和碱性磷酸酶的抑制机制不同,前者为非竞争抑制为主的混合抑制,后者以竞争性抑制为主。热力学研究表明砷对碱性磷酸酶抑制属于焓控过程(和文祥,41571245)。稻田微生物厌氧氨氧化过程不仅可以间接与硫、铁的氧化还原相耦合;而且可以直接与硫还原过程相耦合(鲍鹏,41571240)。

(5) 土壤侵蚀与水土保持(D070105)

降雨侵蚀显著降低了土壤和水稳性团聚体中有机碳和全氮的含量以及碳氮矿化,硝化作用降低是主要原因;水蚀区侵蚀坡面土壤和团聚体碳氮含量以及碳氮矿化速率均随侵蚀强度增加逐渐降低,随植被恢复显著增加,其中微团聚体对于土壤碳氮增加的贡献最大(魏孝荣,41622105)。5°和10°黑土

区坡耕地坡面以细沟侵蚀为主,坡面侵蚀量分别是片蚀为主坡面侵蚀量的1.7~2.2倍和2.5~6.9倍(沈海鸥,41601281)。黑土区雨滴打击和壤中流形成是引起坡面侵蚀的主要动力,雨滴打击作用对坡面侵蚀的贡献可达到72%~96%,坡面壤中流的形成使坡面侵蚀量增加了68.3%~74.3%;次降雨量介于20.2~40.9 mm、降雨能量介于7.1~12.2 MJ/hm²和 I_{30} 介于26.9~68.4 mm/h引起的侵蚀量占全年水蚀量的60%以上。各侵蚀外营力因子对黑土长缓坡坡面侵蚀量的贡献率依次为:降雨强度、风速、降雨强度+风速交互作用、冻融作用+风速交互作用、冻融作用、冻融作用+降雨强度交互作用、冻融作用+降雨强度+风速交互作用(郑粉莉,41571263)。黄土高原沟壑区溯源侵蚀系数变化范围为0.16~0.77,沟头高度每增加0.3 m,溯源侵蚀系数增加0.07~2.48倍,启动沟头侵蚀产沙的径流能耗临界为0.68 J/s,重力崩塌使侵蚀模数增加22.75%~324.59%,占沟头前进距离的6.95%~36.29%(王文龙,41571275)。黄土丘陵区自然草被覆盖度(约60%)增加土壤入渗系数的有效雨强为1~1.5 mm/min;该区域以超渗产流为主,产流过程降雨强度临界阈值为1.5~2.5 mm/min(肖培青,41571276)。黄土高原退耕地适度干扰通过影响生物结皮表面糙度和破碎度改善其土壤水分渗透性,坡面径流较不干扰减少53.2%,泥沙无显著变化,可起到“保土保水”的功能(赵允格,41571268)。我国南方花岗岩红壤地区严重的侵蚀类型是崩岗,崩岗侵蚀启动需同时满足2个标准:①土壤前期含水量足够高(下坡位土壤含水量大于0.32 m³/m³或饱和度大于0.72);②降水足够大(24 h降水量大于100 mm且降水历时大于8 h)。含水量和变异系数的相反变化趋势[土壤含水量继续增加、剖面土壤不同层次的含水量空间变异(标准差)突然降低]可以指示崩岗侵蚀启动,识别优先流应同步监测含水量和温度(陈家宙,41571258)。崩岗土壤剖面红土层Fed(d)含量与其黏聚力之间的定量关系为 $\ln c = 0.02641d + 94.549$,添加针铁矿的胶结作用使土壤的抗剪强度得到提升,添加高岭土使崩岗土层的黏聚力和内摩擦角均增大,但红土层的黏聚力反而下降(黄炎和,41571272)。干热河谷坡面侵蚀最严重区域是农地,而沟道则是该区域河流泥沙的主要贡献源(段兴武,41561063)。强烈侵蚀紫色土坡面,在土壤保持措施产生有限效果的情况下,耕作破碎母岩是一个促进土壤形成、对抗土壤侵蚀和维持土壤生产力的主要途径(张建辉,

41571267)。

(6) 土壤肥力与土壤养分(D070106)

我国大气中氮沉降量和浓度约在2000年达到峰值,随后进入逐渐下降的时期,干沉降是总沉降的主要贡献者,其所占比例高达2/3,且2种途径沉降中还原态氮均占主导。氮素干湿沉降[34~60 kg N/(hm²·a)]仍是我国南北方生态系统一项重要的环境养分资源;大气氨浓度的上升可能是导致华北颗粒物污染的重要推手,机动车尾气是城市大气氨的重要贡献源;但当前减排措施引起臭氧浓度升高,未来减排需考虑臭氧污染防控。氮沉降增加30或60 kg N/(hm²·a)显著促进荒漠土壤N₂O排放55%~132.5%,增加降水和增温并没有显著改变N₂O年通量。氮肥大量施用及利用率的降低是土壤加速酸化的直接驱动因素,而大气沉降是森林土壤酸化的主要贡献,达84%;土壤酸化将显著影响我国未来粮食安全。全国农业生产中氮素投入可以优化至32 Tg N/a,基本达到区域氮素环境容量许可范围(28~35 Tg N/a)(刘学军,41425007)。桂西北喀斯特山区典型森林非共生固氮速率较低[0.01~(2.34±0.13) kg N/(hm²·a)],其中土壤固氮约占85%,森林非共生固氮受大气氮沉降地形、树种和岩性、林下物种温度和湿度敏感性、磷与钼含量等共同影响(李德军,41571295)。活性氮转化为(惰性氮)N₂之后其对环境的负面影响才停止,表层土壤的反硝化脱氮过程主要受水分、氧气含量及碳氮水平的影响,而湿地和深层土壤则主要受上覆水或地下水中硝态氮浓度和水温的影响;稻田土壤和湿地脱氮量中,厌氧铵氧化的平均贡献在10%左右;太湖流域深层反硝化脱氮过程强烈,尽管氮投入量大但不存在硝酸盐长期累积风险;稻作流域田块之间的相互作用大幅减少了水体活性氮的输出,使气态活性氮成为影响环境的主要氮形态;《国家温室气体排放清单指南》被IPCC采用估算稻田CH₄排放量(颜晓元,41425005)。同位素试验表明,生物炭还田后26.6%~72.1%的氮元素保留在土壤中,生物炭氮保留率与热解温度呈负相关,低温制备的生物炭保留更多的氮元素在土壤环境中;少部分(0.053%~0.213%)的无机态氮及可水解有机氮被植物直接或间接利用以供生长所需;600 °C与CO₂气氛条件下制备的生物炭对气态氮的减排作用较佳(谭中欣,41571283)。长期施磷或配施猪厩肥可以显著降低红壤旱地微团聚体磷的X_m、K、MBC和SPR值;红壤旱地中0.05~0.01 mm粒级微团聚体磷的解吸率

最高,而小于 0.005 mm 粒级微团聚体磷的解吸率最低; $f\text{-Fe}_2\text{O}_3$ 和 $f\text{-Al}_2\text{O}_3$ 是红壤旱地微团聚体磷素吸附能力的关键性因素; 长期试验地仍可安全施磷 14~51 年,但配施猪厩肥的红壤应立即停止施肥或调整施肥量(王艳玲, 41571286)。土壤对秸秆钾和化肥钾的固定没有显著差异,但秸秆过高投入会降低土壤对钾素的固定,秸秆可以重新吸附环境中的钾离子,且受腐解时期和外源钾素浓度的影响; 水稻土壤钾素丰缺指标采用基于醋酸铵法、冷硝酸法和四苯硼钠法的体系较好,油菜土壤钾素丰缺指标采用基于醋酸铵法和四苯硼钠法的体系较好(李小坤, 41571284)。叶片喷施纳米氧化锌 ZnO-NPs 可使小麦籽粒中 Zn 浓度达到 40 mg/kg, X 射线衍射(X-Ray Diffraction, XRD)显示小麦组织中没有纳米颗粒晶体,纳米锌肥没有累积和传递风险(毛晖, 41571282)。化肥和有机肥均促进形成更多的脂类有机碳,有机肥替代化肥有助于形成更多的芳香类有机碳; 长期施用化肥不改变秸秆的激发效应,但长期有机替代可显著降低激发效应,减少土壤原有有机碳的损失: 有机替代显著降低了受添加秸秆激发的细菌和真菌群落结构,并降低受添加秸秆激发的真菌数量(范分良, 41571297)。

(7) 土壤污染与修复(D070107)

蚯蚓对土壤中有机氟杀虫剂氟虫胺、氯乙酰胺类除草剂乙草胺和异丙甲草胺具有消减效应(赵丽霞, 41601342)。丛枝菌根真菌(AMF)—蚯蚓—植物联合修复体系对重金属具有高效修复和高效利用的效果(陈亚华, 41571307)。豆科植物接种根瘤菌、根瘤菌—芽孢杆菌添加 EDDS 构成的植物—微生物—整合剂联合修复系统可显著提升土壤氮素供应能力,增加植促生菌丰度,提高植物重金属抗性,降低重金属在土壤—植物系统中迁移(方临川, 41571314)。外源微生物酶—漆酶修复是绿色、原位、可联合的土壤污染修复技术,高 pH 值和高温降低其稳定性,但多羟基化合物、表面活性剂、适当的超声波、Triton X-100 构筑的反胶束体系可以提高其稳定性和催化活性(任大军, 41571306)。基质改良与植被重建显著降低催化重金属尾矿酸化的微生物的相对丰度,使原核微生物群落由自养主导转变为异养主导,促进微生物群落参与 C、N 循环的潜力,从而有效控制尾矿酸化,显著降低重金属的迁移性,加快土壤养分的积累(李金天, 41622106)。龙葵(*Solanum nigrum* L.)是适宜东北气候的镉超富集植物,通过本身和根部活化机制可活化利用难利

用态镉,并进行运移转化和积累; 土壤中施加狼把草茎提取液、活化剂 AS 和谷胱甘肽(GSH)、施加交流电场(0~10 h/d)或不锈钢和石墨作为电极(1 V/cm)可提高龙葵镉积累效率(魏树和, 41571300)。双孢蘑菇(*Agaricus bisporus*)是特异性积累土壤镉的大型真菌,可忍受 414 mg Cd/kg 风干土。其特异性积累机制为: Cd 胁迫改变其体内代谢、次级代谢、甘油磷脂代谢、氨基酸和苯丙酸生物合成途径等 59 条 KEGG 代谢途径,改变与重金属解毒相关的催化活性、转运活性和抗氧化活性等 165 个基因表达差异; 引起可溶性蛋白质、糖、丙二醛和脯氨酸强烈变化,同时激活抗氧化系统和有机酸代谢响应(张丹, 41571315)。高分子保水剂(Super Absorbent Polymer, SAP)对土壤具有保水、控氮释磷及重金属钝化同步效应; 钝化重金属主要是增加其残渣态等稳定形态比例,保水剂对 Pb、Cd 的钝化效果在配施铵态氮和硝态氮时显著降低,配施磷肥时显著增强; 土壤 pH 可提高其钝化作用; 保水剂配合腐植酸和脱硫石膏可增加盐碱地大于 0.25 mm 土壤团聚体量 20.41%,降低钠吸附比(Sodium Adsorption Ratio, SAR)26.23%(黄占斌, 41571303)。镁盐改性沸石—鸟粪石(NZ-MAP)可实现畜禽沼液中氮磷缓释功能,同时对农田重金属污染进行阻控,最佳投加量分别为 0.4 和 0.2 g/L 时,对 Pb^{2+} 和 Cd^{2+} 最大吸附量分别为 749.74 和 249.35 mg/g; 吸附量随 pH 的增大先增加后趋于平衡,通过生成 $\text{Pb}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ 沉淀和 $\text{Cd}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$ 沉淀去除 Pb^{2+} 和 Cd^{2+} (赵建夫, 41571301)。当生物炭 H/C > 0.5 时,其对除草剂的吸附以表面化学吸附为主, H/C < 0.5 时以空隙填充为主; 生物炭原材料影响其低温生物炭与除草剂作用的化学键,低温水稻壳生物炭以氢键和硅氧键作用为主,而低温中药渣生物炭以醌基作用为主; 黏质土壤中生物炭对除草剂的吸附能力更容易受到老化现象的影响(刘忠珍, 41571313)。生物炭负载零价铁复合材料(BC/nZVI)可通过还原降解有机氯农药(OCPs),并显著提高土壤中特异降解菌—株鞘氨醇单胞菌(*Sphingomonas* sp)降解多种有机氯农药(六六六、滴滴涕、氯丹、灭蚊灵)的能力(万金忠, 41571316)。

(8) 土壤质量与食品安全(D070108)

连续施用污泥后土壤有机碳组分增加,土壤 pH 和无机碳含量降低,腐熟污泥农用不会增加土壤综合潜在生态风险程度,作物籽粒中多种重金属的风险指数(HI)均小于 1(常会庆, 41571319)。长期有

机栽培(16年)土壤有机碳、速效磷、CEC、有效锌、锰和铁的含量显著增加;土壤碳储量提高了51.14%,活性有机碳组分(DOC、MBC、POC和EOC)提高,HA和FA的脂化度提高而其芳化度降低;土壤团聚体稳定性与团聚体真菌丰度增加,土壤团聚体内细菌丰度降低;有机栽培土壤质量综合指数与土壤健康度较普通栽培土壤高,但仍存在重金属、抗生素等累积污染风险(吕贻忠,41571317)。小麦、油菜秸秆还田下硫是促进还是抑制水稻镉吸收与累积与土壤硫水平与镉污染水平有关,因此制定镉污染土壤水稻稻米镉风险需要考虑土壤硫含量与镉污染程度(胡正义,41571318)。锰镉互作影响油菜吸收、转运以及分配镉的微观机理及基因调控机制,根系形态和光合作用是锰影响油菜镉毒害的主导生理过程(王林,41571322)。外源硒添加下,土壤微生物群落对三价Cr的还原能力增加,从而减少了铬在植物体内的积累(赵小虎,41571321)。外源硒通过降低土壤溶液中总镉含量、提高土壤pH、促进土壤镉由交换态向结合态(碳酸盐、铁锰氧化物结合态)与残渣态转化,降低土壤镉的生物有效性,从而降低镉在籽粒中累积;叶面硒肥配合海泡石钝化处理在降低稻米镉含量的同时也显著提高了稻米硒含量,是一种非常有效的水稻镉污染阻控和稻米富硒技术(黄青青,41601343)。

4.2.2 环境水科学

(1) 地表水环境(D070201)

系统分析了近30年来窟野河流域植被演变格局和水循环过程变化特征,揭示了“蓝水”与“绿水”转化过程对植被变化的响应机理,构建了反映植被变化影响的水循环综合模型,模拟了植被变化影响下的“降水—蒸发—径流”动态转化过程,预估了未来不同气候和植被变化情景下流域径流演变趋势,为全球变化下的黄河流域水资源综合管理提供了科学支撑(刘小莽,41571024)。揭示了亚热带湿润地区城市化通过影响蒸散发,进而影响流域水文过程和水热平衡的关键驱动机制;确定了不同土地覆被类型影响流域蒸散发的时空差异和敏感区域;量化了不同地表覆被类型对流域水热平衡的影响及其时空差异;发展了流域尺度水文模型优化技术,改进了传统流域水文模型的稻田蒸散发模拟能力(郝璐,41571026)。以高度发达的长三角典型地区为例,综合运用RS和GIS技术,探究典型流域快速城市化进程中水系衰减和水位上涨等引起的流域容调蓄能力降低等严重的水安全问题,揭示了变化

环境下河网水系格局演化和连通变化的特征与规律,剖析了水系演变与水位变化对河网调蓄的影响机制,流域季节性调蓄与生态调蓄能力都有所降低,其中生态调蓄的下降幅度与数量都相对较大。贡献率最大的调蓄模块为河道调蓄能力(宋松,41601018)。

(2) 地下水环境(D070202)

揭示了作用带介质非均质性和地下水灌溉抽水所诱导的季节性地表水入侵这两个因素是导致砷在地下水—地表水作用带(GSIZ)中时空动态变化的关键因素;查明砷在GSIZ中的迁移转化规律,揭示了其形态、分布、化学和生物地球化学反应机理,建立砷迁移转化的水文—生物地球化学耦合模型,解释“砷在江汉平原地下水中呈现沿GSIZ分布和富集的趋势,且浓度与地下水水文过程密切相关”这一最新发现,预测了砷在GSIZ中的生物地球化学行为(刘崇炫,41572228)。从溶解过程中DNAPL相体积不断减小引起的“水-DNAPL”界面退化现象出发,揭示了残留DNAPL溶解速率的非线性变化机制。通过对界面追踪实验的修正,实现定量获取“水-DNAPL”界面面积,分析了DNAPL残留量与“水-DNAPL”界面面积的定量关系;利用微观数值模拟,研究了“水-DNAPL”界面形态和面积对残留DNAPL溶解速率的相互影响机制;基于实验和数值模拟数据的敏感性分析,建立了基于“水-DNAPL”界面退化的粗糙单裂隙残留DNAPL溶解时间预测模型(窦智,41602239)。以地下水库区复杂水循环过程为研究对象,基于地下水系统理论,建立了干旱区地下水库复杂水流运动的物理模型及数学模型;以可视化、自动化动态监测为手段,借助高精度摄像机和成像系统对地下水运动过程进行实时动态捕捉。采用数学模型、物理模型相结合的方法,分析研究了地下水开采漏斗—补给水丘共存条件下的地下水运动路径;强化了人类活动干扰下地下水库区水循环速率、影响因素及各循环要素转化关系;最终揭示了人工调控下的干旱区地下水库水循环演化规律(束龙仓,41572210)。

4.2.3 环境大气科学

研究新型纳米铁壳层物种的优化制备和反应活性,揭示了砷在碳酸型纳米铁壳层物种表面的氧化吸附行为,研究了硫改性纳米零价铁的除砷性能及机理,分析表征了除砷前后硫化纳米零价铁的形貌、价态,阐明不同条件下硫化纳米零价铁的活化分子氧及砷氧化效率,沥青各活性物种对于砷氧化

的贡献(吴德礼,41572211)。通过室内实验和油页岩原位开采试验数值模拟,揭示了热解过程中应力场变化规律,构建了原位开采区的地下水环境系统分析理论体系,定量分析了油页岩原位开采对上覆地层的移动变形的影响,为油页岩原位开采和防治环境影响提供了科学依据(梁秀娟,41572216)。研究了植物影响下的波浪传播和水流结构,提出了一种可高效、快速预测湿地水体泥沙浓度的方法,为湿地水环境研究提供基础数据,揭示了多重动力耦合作用下的底泥与水体中的污染物交换规律,为湿地水环境质量预测提供重要参数化规律(娄厦,41602244)。识别了硝酸盐在地下水系统中迁移转化过程及反硝化过程的影响因素,重点测定了不同深度不同介质不同生物地球化学环境的包气带反硝化强度以及含水层反硝化速率等关键参数,构建了基于饱和—非饱和流溶质联合数值模型的地下水水源地污染风险定量评价方法,评估了评价区地下水硝酸盐污染风险,预测了南水北调来水和地下水调整开采布局情景下的地下水水源地污染风险变化(郇环,41602260)。

4.2.4 工程地质环境与灾害

不同覆盖层条件下土体盐渍化参数时效性与分布规律研究,长期监测分散性盐渍土体在温度、干湿、时间的叠加条件下土的工程地质性质变化规律,明确进行分散土的定义、建立水热盐的迁移耦合模型。寒旱条件下盐渍化过程的物质迁移与结构变化及不良工程效应模型试验,研制仪器在室内物理模拟自然条件叠加人类活动情况下土体中的物质迁移与转化规律。水—热—盐结构多场耦合条件下土体苏打盐渍化环境系统演化机理研究,从物质组成和微观结构特征上进行分散土物质迁移的机理及成因机制研究。开展了脆弱环境盐渍土化与大型引水工程互馈效应综合地质模型研究(王清,41430642)。开展了“ N_2 红土空间赋存、区域工程地质性质及孕灾模型, N_2 红土采动破坏突水模式,不同突水模式 N_2 红土水—土相互作用及蠕变结构—渗透性变化特征规律, N_2 红土采动破坏突水评价及环境效应”研究。建立了“侏罗系煤层覆岩— N_2 红土复合结构导水裂隙带发育高度预计公式”,揭示了“ N_2 红土采动破坏水—土相互作用、蠕变结构渗透性变化突水和渗漏过程机理”,发现“ N_2 红土具有采动受损后自修复——即隔水性再造特性”,创建了“ N_2 红土采动破坏突水环境工程地质模式”(李文平,41430643)。采用扫描电镜方法结合数字

图像处理技术,对钙质砂的微观结构特征进行量化分析,并提取形状描述参数。开展钙质砂的达西与非达西渗流试验,将结果与传统经验方程进行对比分析,拟合出关于钙质砂特殊材料的水压差与渗流速度关系式。研发渗流试验装置,使其能够实现渗透水压力差以一定频率变化,进而模拟风浪、锚绳拉拔以及地震作用下海洋土的渗流过程。开发一种砂土颗粒沉降试验装置,开展液体中钙质砂颗粒沉降试验,建立了钙质砂的拖曳力系数理论模型(杨庆,41572252)。研发了大型渗滤液渗透仪和双向气体渗透仪,开展了垃圾体液气渗透试验,研究了垃圾组分、龄期、饱和度和颗粒尺寸等因素对垃圾土渗透特性的影响规律,开展了垃圾体大型直剪试验,研究了垃圾组分、龄期等对垃圾抗剪强度参数的影响规律,提出了考虑生化降解作用的垃圾体应力—应变本构关系模型,建立了填埋体固—液—气—化—热耦合作用模型,编制了OpenFOAM多场耦合计算程序,提出了填埋场气体收集系统和覆盖系统设计方法,研究了垃圾物理力学特性、曝气井构造、曝气压强和生化反应相变参数对好氧垃圾填埋场内液气运移和稳定化进程的影响,提出了垃圾填埋场曝气联合回灌的主动调控措施(冯世进,41572265)。围绕锁固段这一主控锁固型斜坡稳定性与构造地震产生的关键地质结构,揭示了其加速破裂阶段所遵循的力学规律,以及不同层次锁固段的自相似破裂机制。澄清多锁固段相互作用的力学机制,建立多锁固段脆性破裂的临界应变准则。在孕震断层多锁固段脆性破裂的理论框架下,重新定义一个地震区的地震周期、前震、预震、主震和余震,并提出了预震和标志性地震的震级约束条件和修订准则(秦四清,41572311)。

4.2.5 环境地质学

开发了“探地雷达多算法偏移成像软件V1.0”(2018SR016273)和“探地雷达正演及逆时偏移成像软件(2018SR934840)”2项软著,完成了基于精确速度分析的雷达剖面多算法偏移成像研究,以极高的成像效果为准则确定了根系偏移成像的最佳算法(崔凡,41602364)。发现当土壤含水率达10%时,杠柳边坡安全系数值最大,故杠柳在天然含水率条件下能起到好的稳定边坡效果;植物单根抗拉强度与根径间存在显著幂函数关系($p < 0.01$),根径小于1 mm的毛细根抗拉强度最强;酸枣和石榴在1.5倍天然根系密度下对土壤抗剪强度增强效果最强(汪霞,41572332)。刻画了地热水系统中硼的空间分

布特征,辨识了地热水中硼的赋存形态及主控因素,分析了碳酸盐矿物和水中硼的共沉淀过程或对硼的吸附过程(郭清海,41572335)。发现铜能提高低温生物炭的氧化能力,降低中高温生物炭的氧化能力;锌能增加木质素和纤维素水热炭的还原容量,减小D-木糖水热炭的还原容量;水热炭还原容量主要由含氧官能团、腐殖质和持久性自由基决定(刘强,41572349)。发现珠江流域塑料微粒分布广泛,河水中浓度为0.008~0.146 mg/L,沉积物中平均浓度为0.174 mg/g干重,且以片状为主,依次为碎屑状、线状和纤维状;野生鱼中的塑料碎屑主要是透明/白色的纤维和碎片;珠江流域塑料碎屑的丰度与人口密度呈现出显著正相关(彭先芝,41572330)。

4.2.6 环境地球化学

发现消落带土壤总汞浓度为67.9~796.8 $\mu\text{g}/\text{kg}$,甲基汞浓度为0.183~31.268 $\mu\text{g}/\text{kg}$;土壤汞形态以有机络合态、强结合态和硫化物结合态为主;龙葵和车前草可以作为土壤汞和甲基汞生态修复的先锋植物(李秋华,41563012)。研究了耐药菌和易感菌在不同光照刺激条件下的应激和灭活情况;发现天然闪锌矿暴露可以引起细菌应激性反应并引发细胞膜通透性改变,改变接合相关基因表达和导致接合转移效率的增加,其中耐药基因在环境系统中表现出更强的持久性(李桂英,41573086)。以十溴联苯醚(BDE-209)为目标模型物,研究了不同模式有机质对BDE-209生物降解的影响及其作用机理,探讨了有机质矿化过程和腐殖质呼吸过程对多溴联苯醚(PBDEs)呼吸脱溴及脱溴产物矿化的作用贡献,揭示了有机质介导下微生物驱动稻田土壤中PBDEs加速自然消减的主要机制及其耦合机理(卢桂宁,41573091)。通过对2种全氟辛酸磺酸(PFOS)前体物质在土壤中降解动力学和降解途径的研究,定量评估了2种前体物对环境中PFOS的贡献量,并首次利用KinGUII模型分析了几种典型PFOS前体物质在土壤中的半衰期,研究结果有助于识别环境中PFOS的来源及其消减控制(张利兰,41603109)。获得了多种适合于净化水体中持久性污染物和灭活致病微生物的以天然磁性含铁矿物/ $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$ 体系为基础的自由基活化技术,揭示了氯酚类持久性有机物在该体系的催化氧化机理和大肠杆菌在该体系的催化灭活机理,为阐明持久性有机物在天然矿物表面的迁移转化作用和致病微生物的自净化作用提供了理论依据(夏德华,41603097)。

4.2.7 污染物行为过程及其环境效应

发现含磷化合物与土壤中的稀土元素作用后形成了磷酸稀土沉淀物,这一化合物的形成与含磷物质溶解度及其与土壤pH显著相关;含磷材料显著影响稀土矿区水稻根、茎叶、籽粒的重量及其稀土元素的含量(金姝兰,41561096)。建立了基于车辆和油品类型的蒸发排放因子库;国4/国5车排放水平位于美国排放标准Tier0-Tier1之间;建立了基于“行驶—驻车—行驶”链式行为解析的机动车VOCs全过程排放模型和我国道路汽油车VOCs蒸发排放的高时空分辨率排放清单(刘欢,41571447)。发现纳米材料的生物相容性、导电性、颉类基因等是促进胞外电子传递的关键特征;通过由细胞外膜到内逐渐分阶段提升C-Cyts基因的表达水平,从而提高Cr(VI)的还原效率;建立了典型材料介导下污染土壤微生物组成、电子传递与砷/铬转化的关系(王远鹏,41571449)。发现基于活性炭空气阴极陆续构建了双电极、多电极土壤微生物电化学系统(MES),使系统的有效修复范围拓展了6倍;生物质炭的添加促进了土壤MES对石油烃的降解和生物电能的产出;芽孢杆菌、梭菌和假单胞菌是适应生物电流刺激的优势微生物,可能共同建立了MES中的电代谢网络(李晓晶,41601536)。通过Low-Upper分解算法,构建了多变量—多尺度条件协同模拟技术;基于多个受体模型、有限混合分布模型和多元地统计模拟构建了区域土壤重金属定量源解析及空间精确建模技术,实现了优先污染物筛选和污染区域划定(吕建树,41601549)。

4.2.8 第四纪环境

重建了过去18.6万年来滇西南古植被、古气候与古季风演化序列,揭示在3次完整的冰期—间冰期旋回大尺度气候变化背景下,存在H4-H1和YD等几次明显的冷干事件(肖霞云,41572149)。对90万年以来5个典型间冰期的天文背景、温室气体浓度和海洋 $\delta^{18}\text{O}$ 等参数进行数值模拟,建立了长达130万年来的蜗牛卵化石序列,为研究季节性气候事件发生规律和机制开辟了新途径(吴乃琴,41430103)。重建了4000年来古水文气候变化,获得了历史时期古云梦泽形成演化的7大阶段(顾延生,41572153)。

以浑善达克沙地北部查干淖尔湖和西南侧乌兰胡绍海子湖泊沉积物为研究对象,以AMS ^{14}C 测年为框架,揭示了人类活动对植被生态的影响(王维,41562009)首次揭示了新生代以来亚—非—澳

洲季风区和干旱区形成和演化的区域差异,以及构造边界条件和地理格局在地质时期区域气候环境形成演化中的重要性(刘晓东,41572150);模拟了青藏高原主体及周边区域各自抬升的气候效应,表明两者对亚洲内陆降水、东亚季风区范围和降水季节性、南亚降水的影响不同(姜大膀,41572159);展示了北大西洋千年尺度气候突变事件在中亚黄土记录中的表现形式及其区域性差异,揭示了气候突变事件深入欧亚大陆的传播机制(宋友桂,41572162);通过调查包括中国东部在内的不同温度带湖泊表层沉积物、湖北武汉东湖(有机质内源性)和梁子湖(有机质内外来源混合型)不同季节表层沉积物和悬浮颗粒物 SPM 中 5-和 6-甲基 bGDGTs 异构体与温度、pH 等环境因子之间的关系,从空间和时间 2 个尺度探究了这类生物标志物对温度等的响应特征(杨欢,41602189)。

4.2.9 环境变化与预测

通过对青藏高原常木错湖相地层的研究,对比 U-系测年和 AMS ^{14}C 测年结果,建立了 U-系地层一年代模式,重建了末次冰盛期以来的古环境演变过程(张成君,41571177)。研究了石羊河流域长时间尺度水循环变化,探讨了流域表层沉积物垂直地带性的分异特征,定量重建了流域长时间尺度的植被带变化(李育,41571178)。通过对芜申运河所经古中江流域环境考古研究,弄清了无文字记载的新石器时代文化沿古中江传播的人地关系(朱诚,41571179)。2011—2019 年多次对喀纳斯湖区进行考察,在长时间尺度上,探讨了全新世区域森林植被响应机制,结果表明在暖的背景下,半干旱地区森林将面临干旱的胁迫,而当发生重大降温事件时,山地森林植被发育良好(黄小忠,41571182)。通过南岭东部地区江西定南大湖湖沼相沉积序列的研究,确定了在过去 47.0 ka 期间沉积物 Sr-Nd 同位素变化深受流域风化强度变化的影响,主要来源于流域内地表碎屑物质的输入。首次在色林错开展全方位综合科学考察研究,建立了硅藻—水深的转换函数,初步确认 16 m 水深是摇蚊分布的显著界线(王君波,41571189)。积累了滇中地区不同尺度土地利用/覆盖、生态资产评估、生态系统参数、生态安全评价与预警数据(王金亮,41561048);构建了非平衡条件下的陆地生态系统碳循环数据—模型融合系统,从而优化了碳循环模型的关键参数,进而降低了森林碳汇量及固碳潜力模拟结果的不确定性(周涛,41571185);定量评估了不同类型多年冻土退化所

释放的温室气体在气候变暖过程中的贡献,并模拟预测未来气候变化情景下多年冻土退化的响应(臧淑英,41571199);测定和分析了白洋淀湿地甲烷和二氧化碳日排放通量及季节排放通量的特征,揭示了排放通量变化规律(赵颖,41601202)。

4.2.10 区域环境质量与安全

(1) 区域环境质量综合评估(D071101)

开展了汉江平原钉螺孳生环境遥感定量分析,解析螺情变化的时空分布差异,构建了钉螺扩散环境指标体系,综合分析螺情变化与地理环境因子之间的关系,构建螺情变化的多要素时空分布模型,提出了钉螺扩散分级分区预警的阈值,评价钉螺扩散的风险等级及其区域分布,为区域钉螺精准防控与血防规划提供科技支撑(李仁东,41571487)。选取香溪河流域为研究区域,初步构建符合研究区实际的 TMDL 框架;结合 SWAT 模型探讨 TMDL 中污染负荷模拟中的不确定性,科学计算安全余量,将污染负荷合理分配,综合考虑非点源污染控制中的环境效益和经济效益,优化选择非点源污染控制措施,形成基于降低风险的流域污染控制方案(刘瑞民,41571486)。研究获取了研究区域水质改善前后人体砷负荷、人体对砷代谢、人体甲基化能力、皮肤损伤流行及其变化、水质改善前后暴露人群人口学、暴露人群健康状况等数据,建成相关数据库,阐明了水质改善前后人体砷负荷和尿液砷代谢的变化规律,揭示水质改善后人体砷甲基化能力普遍提高到对照区人群水平,探明水质改善后人群砷甲基化能力变化受个体因素、历史砷暴露因素和历史甲基化能力等因素的影响机制,为研究区域政府部门未来的饮水砷中毒防治提供科学依据(韦炳干,41601559)。研究通过 3 年连续野外调查采样,获取鄱阳湖湿地的生物群落数据及水、沉积物环境数据,构建了鄱阳湖湿地的植被完整性指数和底栖无脊椎动物完整性指数,系统评价了鄱阳湖湿地不同区域的生态健康状况和水体富营养化状况,为鄱阳湖湿地的生态健康评估和生物多样性监测提供方法借鉴(阳文静,41561097)。

(2) 自然灾害风险评估与公共安全(D071102)

以南京市为研究区,以社区为研究对象,分析城市社区水灾脆弱性形成机理,架构“面向地区”与“面向单体”相结合的社区水灾脆弱性概念模型,确定社区水灾脆弱性指标评估体系。创建了“自上而下”的分解模式与“自下而上”聚合模式相结合的社区水灾脆弱性多尺度评估方法,分析并估算了个体

脆弱性和适应力设立了五色预警等级,对每一等级进行了详细的针对性防范措施设计(葛怡,41571488)。以吉林省中西部玉米产区为研究示范区,选取影响和制约玉米产量的干旱、洪涝和低温冷害3种主要农业气象灾害为研究对象,通过进行多灾种农业气象灾害时空组合规律与综合风险形成机理、致灾因子动态识别与评估指标体系及量化方法、脆弱性动态评估方法及综合风险动态评估耦合模型等基础理论问题和关键技术研究,建立基于区域气象与气候模式、作物生长模型和灾害风险评估模型相结合的新一代作物全过程的多灾种农业气象灾害综合风险动态评估技术和综合风险管理及适应对策体系(张继权,41571491)。以我国长江流域为研究区,预估极端降水未来变化;通过社会经济要素分析及土地利用变化模拟,研究未来洪水灾害承灾体的变化情景;在此基础上,综合水文过程模拟,洪水淹没模拟及损失估算,定量评估未来不同气候与社会经济组合情景下长江流域洪水灾害风险,探讨气候变化及人类活动对洪水灾害的可能影响(方建,41601561)。选择旱灾频发的内蒙古牧区为研究区,构建基于牧草生长过程的牧业旱灾损失评估动态模型。识别了内蒙古不同等级干旱的时空变化,耦合不同放牧强度、干旱状态下植被参数、牧草产量—载畜量转换以及“等价代换”原理和微积分思想的构建牧业旱灾综合损失定量评估方法,探讨不同干旱情景下减轻牧业旱灾损失的放牧强度方案(雷添杰,41601569)。

(3) 重大工程活动的影响(D071103)

以掘沙严重的洞庭湖为案例,研究了采砂业对水环境和底栖动物结构、功能和多样性的影响,评估停止挖沙1年后水环境和底栖动物的自然恢复状况,项目结果丰富和完善了湖泊底栖动物的共存和聚合理论和群落理论(谢志才,41571495)。以“引江济巢”应急工程为背景,研究引水作用下巢湖水体、沉积物中细菌群落时空格局的变化特征,分析水文、理化因子与细菌群落演替间的耦联关系,探讨引水对巢湖细菌群落结构及稳定性的影响及其生态效应,阐明引水对富营养化湖泊微生态系统结构及稳定性的影响机制(张磊,41601573)。

(4) 生态恢复及其环境效应(D071104)

选择资源型城市武安市为研究对象,以采矿活动为中心点,以资源型城市绿色基础设施及潜在生态风险的信息提取为基础,从土地利用的形态、格局、功能和过程探讨资源开采、土地利用与环境保

护三者的内在作用关系及外在协调关系,建立了研究资源型城市土地生态控制过程及实现途径的思路、理论和方法体系,提出了研究区绿色基础设施空间配置技术方法和方案(张建军,41571507)。以黄土高原人工植被恢复序列为研究对象,阐明土壤物理碳组分演变规律及稳定性特征,揭示不同恢复阶段土壤细菌和真菌群落多样性、群落结构组成、丰度变化规律,结合不同组分碳源培养试验,明确微生物在不同植被恢复阶段对碳源利用的差异性和选择性,并且运用“Best”模型,探讨微生物群落与物理碳组分之间的响应关系,进一步揭示植被恢复过程中土壤物理碳组分变化的微生物响应机制(赵发珠,41601578)。以“植被—土壤—微生物”的协同恢复为视角,整合遥感与GIS以及高通量测序等技术,系统开展黄土丘陵沟壑区脆弱生境土壤—植被协同恢复效应与机理研究。以榆林、安塞和子午岭为不同土壤—植被协同恢复演替的定位观测点,分析不同土壤—植被协同恢复模式下土壤因子、土壤微生物群落及植被生态生理特征在区域空间和生态演替上的变化效应与互馈关系,揭示了植被恢复与土壤质量提升的协同效应与耦合机制(赵发珠,41601578)。以“植被—土壤—微生物”的协同恢复为视角,整合遥感与GIS以及高通量测序等技术,阐述了黄土丘陵沟壑区脆弱生境土壤—植被协同恢复效应与机理;通过以榆林、安塞、子午岭为不同土壤—植被协同恢复演替的定位观测点,分析不同土壤—植被协同恢复模式下土壤因子、土壤微生物群落及植被生态生理特征在区域空间和生态演替上的变化效应与互馈关系,揭示植被恢复与土壤质量提升的协同效应与耦合机制(杨改河,41571501)。通过站点观测—遥感反演—模型模拟—时空分析等多源研究手段,探讨了北方农牧交错区生态退耕的气温调节效应及其机理,发展了农田春季物候反演算法,提高模型对农田物候模拟的表现,发展了像元尺度TPR模型,厘定北方农牧交错带人类活动对土地覆盖变化的贡献(刘正佳,41601582)。

参考文献(References):

- [1] Liu Yu. Research on the strategy of optimizing the discipline layout of environmental geosciences under the National Natural Science Foundation of China [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2020, 65(20): 2 076-2 084. [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[J].科学通报,2020,65(20): 2 076-2 084.]
- [2] Liu Yihong, Gao Zhenyu, Hao Yanni, et al. Analysis of scien-

- tific issues attribute distribution and suggestions under the funding categories of NSFC in the new era [J]. *Bulletin of National Natural Science Foundation of China*, 2019, 33(5): 508-514. [刘益宏,高阵雨,郝艳妮,等.新时代国家自然科学基金资助导向下项目科学问题属性分布现状梳理及有关思考[J].中国科学基金,2019,33(5):508-514.]
- [3] Liu Yu, Wang Jun, Li Hui, *et al.* An introduction of the projects administrated by Division of Environmental Geosciences, Department of Earth Sciences, National Natural Science Foundation of China in 2019 [J]. *Advances in Earth Science*, 2019, 34(11):1 189-1 201. [刘羽,王军,李慧,等.2019年度环境地球科学学科项目评审与成果分析[J].地球科学进展,2019,34(11):1 189-1 201.]
- [4] Liu Yu, Zhang Qianru, Wang Jun, *et al.* An introduction of the projects administrated by the Environmental Geosciences, Department of Earth Sciences, National Natural Science Foundation of China in 2018 [J]. *Advances in Earth Science*, 2018, 33(12):1 297-1 304. [刘羽,张倩茹,王军,等.2018年度环境地球科学领域项目评审与资助成果[J].地球科学进展,2018,33(12):1 297-1 304.]

An Introduction to the Projects Managed by Division of Environmental Geosciences, Department of Earth Sciences, National Natural Science Foundation of China in 2020

Liu Yu, Wang Jun, Li Hui, Xu Nuwen, Feng Juan, Dong Zijun,
Li Ziyang, Ji Li, Guo Xiaoming

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

Abstract: We analyzed the submissions, acceptances, reviews and grant awarding of various projects in environmental geosciences in 2020, pointed out the problems we found in the submission and review processes, and summarized the project conclusions the environmental geosciences at the end of 2019, the completion of the projects and the main research progresses made in this direction.

Key words: Environmental geosciences; Project review; Results of funding.