



中国地质科学院地质研究所

地 址：北京市西城区百万庄大街26号

邮 编：100037

电 话：010-68999668 68999672

传 真：010-68997803

电 邮：dzskjc@263.net

网 址：www.igeo.cgs.gov.cn

公众号：地科院地质所



中国地质科学院地质研究所

Institute of Geology, CAGS

2021年科技年报

(总第二期)

藏北冈塘山

编委会：

荣誉主任：沈其韩、肖序常、李廷栋、任纪舜、杨经绥、侯增谦

主 任：肖桂义

副 主 任：徐 勇、迟振卿、马成义、张智勇、王 蔚、杨志明、翟庆国、张海风

编委成员：丁孝忠、郭 磊、郝艳丽、李海兵、刘超辉、刘鹏举、卢占武、孟繁聪、

王 涛、曾令森、张 进、朱祥坤

编辑成员：杨 红、周丽芹、许翠萍、许 征、武振杰、廖含英、雷 敏、

刘艺璇、宿宇晨

封面摄影：翟庆国

中国·北京

2022年6月



中国地质科学院地质研究所
INSTITUTE OF GEOLOGY CHINESE ACADEMY OF GEOLOGICAL SCIENCES

目 录

一、单位简介.....	1
二、在研项目.....	3
三、代表性研究成果.....	3
四、人才与奖励.....	22
五、科技创新平台.....	26
六、国际合作与学术交流.....	28
七、2021年重要的学术活动和科普活动.....	30
八、研究生教育.....	34
附表1-1 2021年度国家自然科学基金在研项目	36
附表1-2 2021年度在研科技部及其他类型项目	42
附表1-3 2021年度地质调查在研项目.....	43
附表2 2021年发表论文目录.....	45



一、单位简介



中国地质科学院地质研究所(简称地质所)是中国地质调查局所属事业单位,属国家公益类科研机构,是国家科技创新体系的重要组成部分。主要从事基础性、公益性、战略性和前沿性地球科学研究与地质调查工作,同时承担地质学、地球物理学和地球化学等专业研究人才的教育和培养。2016年入选科技部“创新人才培养示范基地”,2020年入选科技部“国家引才引智示范基地”,分别于2018、2021、2022年被评为教育部“全国中小学生研学实践教育基地”、中国地质学会“地学科普研学基地(营地)”、中国科协“全国科普教育基地”。建所60多年来,地质所已发展成为一个学科相对齐全、人员结构较为合理、设备较为完善的综合性地学基础研究机构,在区域地质与编图、大地构造学、生命起源演化与地层学、变质岩与前寒武纪地质学、岩石学、矿物学、矿床学、地球化学、大陆动力学与地幔动力学、岩石圈结构及地球动力学、同位素地质学、行星地质学等方面,形成了一批在国内外有影响力的研究领域和研究团队。

地质所目前拥有13个专业研究室(中心),1个国家科技基础条件平台——北京离子探针中心,1个国家野外站——江苏东海大陆深孔地壳国家野外科学观测研究站,3个自然资源部重点实验室——大陆动力学重点实验室、同位素地质重点实验室、地层与古生物重点实验室。拥有3个中国地质调查局业务中心(三维地质调查研究中心、全国地质编图中心、地层古生物协同研究中心)、1个公开出版物《岩石矿物学杂志》(中文核心期刊),是国际大陆科学钻探中国委员会等7家专业委员会的挂靠单位。



地质所现有在职职工254名，其中专业技术人员211人。现有中国科学院院士6名（5名退休），并拥有一批优秀的年轻学科带头人。先后获得各类人才奖励称号约100人次。包括：“杰青”6人（现在职5人，1人为院士），“优青”4人，其他国家级人才6人；自然资源部领军人才7人、青年人才13人；中国地质调查局各类人才12人。先后3人获何梁何利奖、9人获李四光地质科学奖、5人获黄汲清青年地质科技奖、8人获金银锤奖、2人获侯德封青年科学家奖、2人获尹赞勋地层古生物学奖等。拥有科技部重点领域创新团队1个，自然资源部科技创新团队4个。先后获国家自然科学奖9项(一等奖1项，二等奖6项，三等奖2项)，国家科学进步奖3项(一等奖1项，二等奖2项)，国家技术发明奖1项；获国土资源奖一等奖18项，二等奖50项，三等奖54项。

院士



沈其韩



肖序常



李廷栋



任纪舜



杨经绥

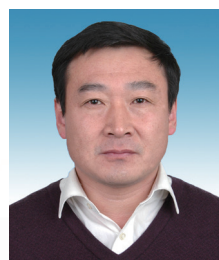


侯增谦

杰青



朱祥坤



刘福来



曾令森



杨志明



宋玉财

优青



翟庆国



刘超辉




刘琰



刘英超





地质所围绕国家目标，瞄准国际地学前沿，2000年以来，先后承担国家重点研发计划重点专项项目4项、科技部重大仪器专项1项、科技基础性工作专项2项、汶川专项项目1项、“973”项目1项、“863”课题1项、科技支撑课题2项、第二次青藏科考任务1项，承担国家自然科学基金创新研究群体项目1项、杰出青年基金5项、优秀青年科学基金4项、重点项目22项、国际(地区)合作与交流项目13项、联合基金项目2项、重大研究计划重点项目8项及培育项目5项、应急管理项目5项、面上及青年基金410余项，承担公益性行业科研专项及深部探测项目18项，主持领导联合国教科文组织IGCP项目4项，承担中国地质调查局项目300余项。

地质所与美、俄、法、英、德、日等20多个国家和地区的60多所科研机构 and 大学建立了良好的合作关系，先后有14位专家在国际学术机构担任重要职位，有近40位国外和地区的学者被聘为地质所客座研究员。长期与我所合作的外国专家先后5位获得“中国政府友谊奖”。

近年来，地质所在支撑解决资源环境和国家重大工程建设基础地质问题、创新发展基础地质理论与应用技术，构建现代区域地质填图技术方法体系、开展地质志编纂、中亚五国编图和亚洲多国合作地质编图、承担国家重大科研任务、推进科技创新平台建设、人才团队建设和研究生培养等方面做出了积极的贡献。

二、在研项目

1. 国家自然科学基金项目

2021年度国家基金立项创历史新高：获批基金项目35项，直接经费4357万元，包括“杰青”1项，重点6项，重大仪器专项1项，面上18项，总经费和重点数量创历史新高。面上资助率34%，高于全国平均资助率(16.6%)，位于国内地学研究机构前列。

2. 科技部及其他类型项目

新获批国家重点研发计划战略性矿产资源开发利用重点专项项目1项和课题1项、第二次青藏高原综合科学考察研究任务1项、科技基础资源调查专项课题1项，总经费3687万元。

3. 地调项目

2021年承担地质调查工程2项、与成都中心共同承担工程1项。承担二级项目14项，预算分列项目5项，新立预算分列项目1项。2021年度总经费6290万元。

2021年度在研项目见附表1。

三、代表性研究成果

2021年地质所在*Science*、*Geology*、*JP*、*GSA Bulletin*、*EG*等国内外重要期刊发表论文156篇（2021年发表论文目录见附表2），其中SCI论文102篇（国际SCI论文82篇）。此外，申请获得发明专利1项、实用新型2项、软件著作权10项、发现并获批新矿物2个、研发国家一级标准物质5项。



1. 研究亮点

车晓超等-*Science*: 嫦娥五号返回样品首篇研究成果

由中国地质科学院地质研究所刘敦一研究员和海外高级访问学者澳大利亚科廷大学Alexander Nemchin教授领衔的国际研究团队在嫦娥五号返回月球样品研究方面取得重大进展，团队对嫦娥五号月球玄武岩开展了年代学、元素、同位素分析，证明了月球在19.6亿年前仍存在岩浆活动，为完善月球演化历史供了关键科学证据。相关研究论文“嫦娥五号年轻玄武岩的年代与成分”于北京时间10月8日凌晨在线发表在国际顶尖学术期刊*Science*上。这是以嫦娥五号返回样品为研究对象发表的首篇学术成果，刘敦一研究员与Alexander Nemchin教授为本文的共同通讯作者，车晓超博士是本文的第一作者。

月球的岩浆作用在何时停止，即月球在地质意义上何时死亡，一直是月球演化历史研究中的重大科学问题之一。自美国和苏联分别执行“阿波罗（Apollo）”和“月球（Luna）”月球探测任务以来，在对这些样品进行长达52年的科学研究后，人类对月球的地质演化历史有了更清晰的认识，但这个问题仍未得到解决。此前关于月球样品的研究成果也并未发现月球存在晚于29亿年的岩浆活动。此次嫦娥五号采样位置设计在了月表最年轻的月海玄武岩区域，所采集的样品应含有年轻的月球玄武岩，全世界科学家都满怀希望，盼望着从嫦娥五号样品研究中获得更年轻的岩浆事件结果，以完善月球岩浆演化历史。

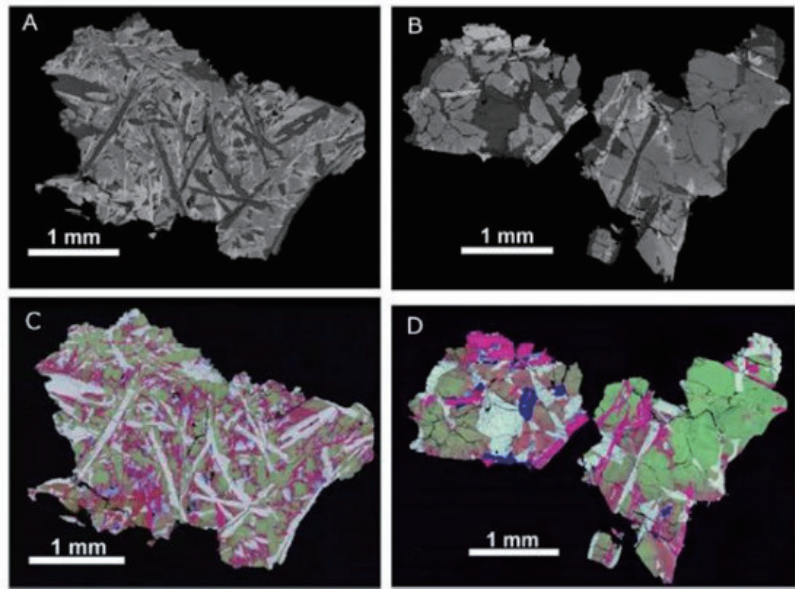


图1. 嫦娥五号样品玄武岩背散射（BSE）与能谱（EDS）元素分布图

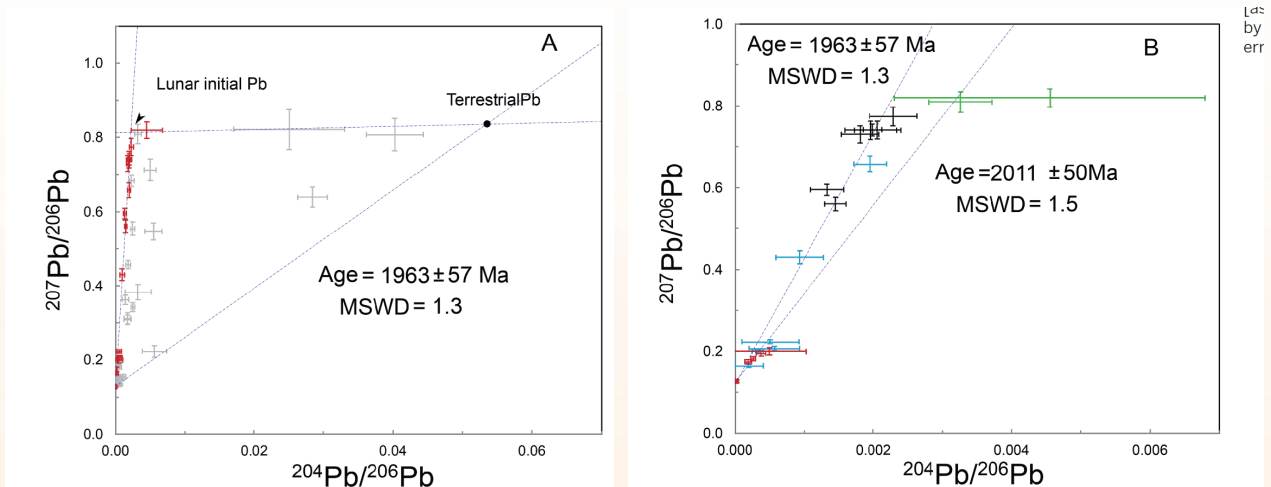


图2. 嫦娥五号样品玄武岩背散射（BSE）与能谱（EDS）元素分布图



地质所行星科学研究中心（北京离子探针中心）团队在今年7月份获得嫦娥五号样品后，当天便投入研究工作，对样品中的岩石和矿物进行了密集、高强度的元素和同位素分析工作，并在此基础上开展了系统的年代测定。研究团队中国内外成员实时远程讨论，用详尽的微区原位高分辨率二次离子质谱（SHRIMP）定年数据和坚实的岩石矿物地球化学数据，证明了月球直至19.6亿年前仍存在岩浆活动，使目前已知的月球地质寿命“延长”了10亿年。

朱祥坤等- *Pure and Applied Chemistry*: 铅元素原子量修订

2021年6月，公认的化学命名权威机构——国际纯粹与应用化学联合会（IUPAC）正式发布，将铅元素标准原子量从原来的 207.2 ± 0.1 修改为 $[206.14, 207.94]$ （图1）。该修订是基于中国地质科学院地质研究所朱祥坤研究员领衔的国际研究团队做出的工作成果。

元素的原子量是化学中最为基础的参数之一，其应用涉及到从基础教育到应用领域的方方面面。自19世纪元素周期表创立以来，给元素的原子量“定标准值”一直是科学界的重要任务之一。由朱祥坤研究员领衔、美国地质调查局和美国布鲁克黑文国家实验室专家参与的团队，通过对上世纪五十年代以来数百篇有关铅同位素高精度分析文献的调研，系统统计了超过8000个各类普通地球物质（不包括陨石等样品）的铅同位素数据，最终给出自然界物质铅元素的标准原子量为区间值 $[206.14, 207.94]$ 。同时，用于教学等目的所需要的单个原子量，推荐使用 207.2 ± 1.1 ，该值代表了大多数普通地球物质中的铅的原子量。

研究论文从投稿至发表历时两年，通过了7位专家的严格评审；论文在线发表后又经历半年多，才由IUPAC完成审核发布，充分体现基础科学中基础性工作的系统性和严谨性。值得一提的是，所推荐铅元素原子量的最小值和最大值也是基于朱祥坤研究员等二十多年前对苏格兰西北部Lewisian古老杂岩体的独居石的铅同位素分析结果得出的（Zhu et al., 1997）。

传统上原子量一般由化学家或物理学家主导修订，而地球科学家很少参与。原子量标准数值从“常数”向“区间值”这一认识的转变，同位素地球化学家在其中起到了关键性作用。铅原子量的修订，是地球科学在该领域发挥重要作用的标志性事件之一。这一成果将更新中学教科书的元素周期表，对铅元素原子量的概念认识产生根本性影响，并对相关应用领域产生持久性影响。研究成果受IUPAC项目（2011-028-1-200）和国家自然科学基金项目（41430104）资助。

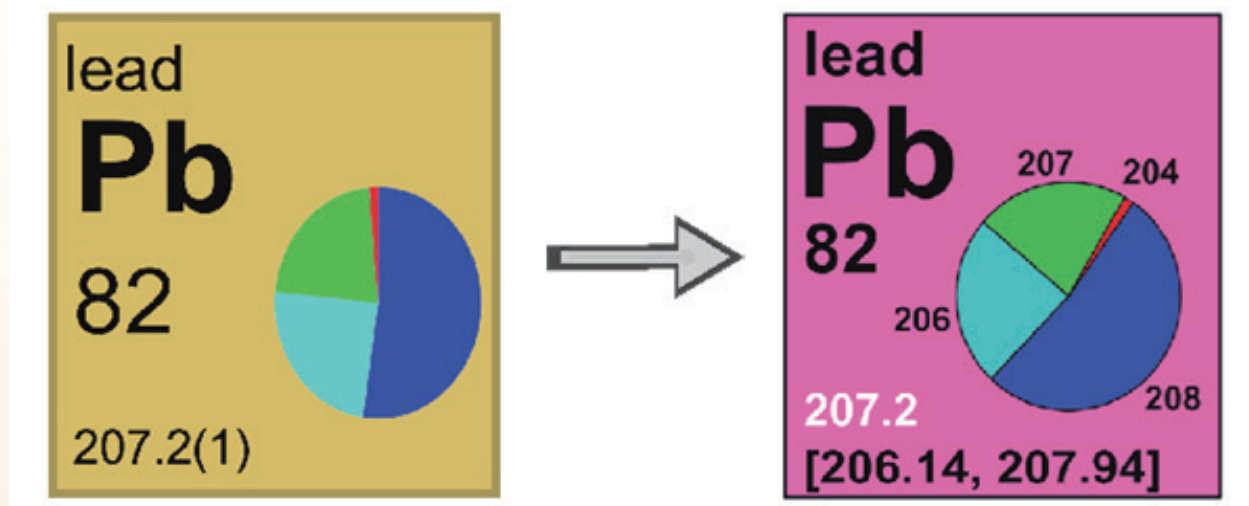


图3. IUPAC在2021年5月6号基于朱祥坤等的研究修订铅元素的标准原子量（左图：修改前；右图：修改后）



李舫、王涛等—Geology: 花岗岩类多样性的原因—沉积物的作用

花岗质岩石是大陆地壳的主要成分，也是地球有别于其它星球的最主要标志，在研究大陆形成和演化过程中至关重要。最初，地质学家根据花岗岩岩浆的源区岩石和形成环境，将花岗岩分为了经典的I型、S型和A型等，但不同花岗岩类型究竟受什么控制？源区特别是源区的沉积物如何影响或决定花岗岩的成因类型等问题一直未能很好地解决。青藏高原东南部的松潘-甘孜造山带在213~198 Ma内处于古特提斯洋闭合及后碰撞构造背景，却发育了全球几乎熟知的所有花岗岩类型，如I型、S型、A型、埃达克质花岗岩以及高Ba-Sr花岗岩，为探索解决上述问题提供了良好的机遇。

李舫研究员和王涛研究员联合美国范德堡大学Calvin F. Miller教授、中国科学院新疆生态与地理研究所肖文交院士和爱尔兰都柏林三一学院David Chew教授，以松潘-甘孜晚三叠世-早侏罗世的不同花岗岩类（I, S, A型花岗岩，高Ba-Sr花岗岩）为研究对象，采用O-Li-B-Mg稳定同位素多重示踪方法，发现沉积物在不同类型花岗岩成因中均具有重要作用，揭示出该区近同期花岗岩成分多样性的新成因机制。主要认识和成果如下：

(1) O-Li-B-Mg同位素研究分析表明，沉积物质在不同的地壳深度下对同期（~15 Myr）不同类型花岗岩均具有重要贡献。S型特征花岗岩主要源自中地壳中变沉积物的部分熔融，沉积物贡献最多；其他花岗岩类型的源区均有沉积物的贡献，且主要源自更深层地壳中变沉积物，但相对较少，因而显示I型和A型特征。

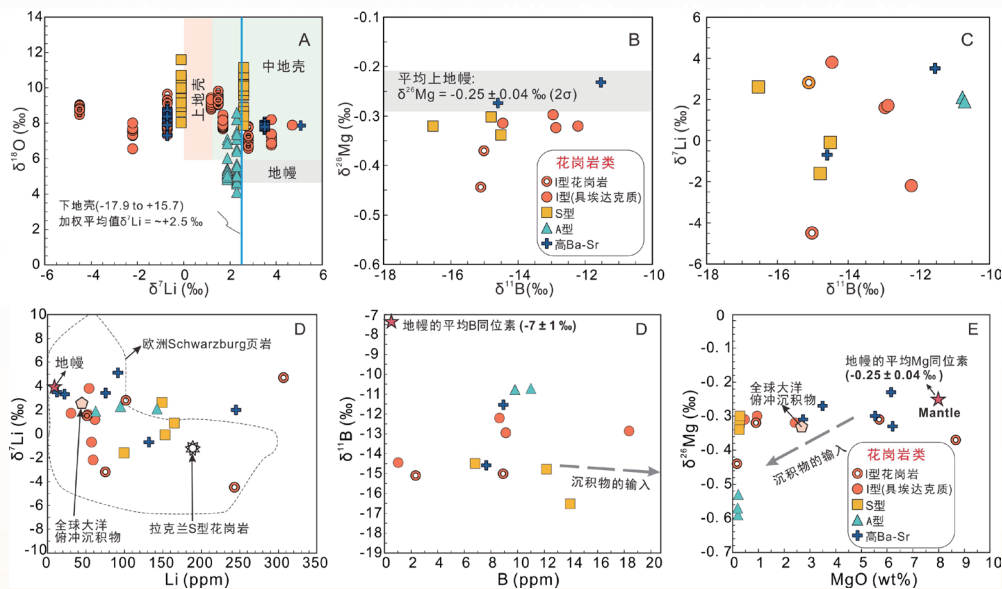


图4. 松潘-甘孜不同类型花岗岩锶O和全岩Li-B-Mg同位素特征

(2) 洋盆闭合过程中，形成了包含有俯冲沉积物或经沉积物改造的岩石圈，在不同深度和温度下发生部分熔融。这些物质来源和生成条件的多样性，导致了受沉积物广泛影响的岩浆的产生，从而所产生的不同类型花岗岩均包含有沉积物的地球化学印记。这些结果表明，使用传统类型学直接解释花岗岩的成因是困难的。

(3) 该研究建议，沉积物对许多岩浆物源的潜在贡献最容易通过分析多重稳定同位素来确定。严格应用花岗岩“类型”来简单对应单一物源应谨慎。



研究成果揭示出绝大多数花岗质岩浆物源都是混合的，而不是单一来源的产物。重要的是，有证据表明沉积物对所有花岗岩“类型”都有重要贡献，甚至决定了花岗岩的类型。该成果有望提升对花岗岩类多样性成因的认识。本研究得到国家自然科学基金项目（41772232和41888101）和IGCP 662项目等的联合资助研究成果，近日在线发表在*Geology*。

胡培远、翟庆国等-*GSAB*: 青藏高原中部寒武纪岩浆爆发事件

埃迪卡拉纪-早古生代是冈瓦纳超大陆最终聚合的关键时期，是该超大陆恢复与重建中的重要阶段。冈瓦纳大陆北缘的伊朗、土耳其、南羌塘、拉萨、喜马拉雅、滇缅泰马等地区，已识别出一系列埃迪卡拉纪-早古生代岩浆作用记录，但岩浆岩成因和构造背景存有争议，代表性的观点有两种：（1）后碰撞模式，形成于冈瓦纳超大陆聚合后的后碰撞伸展阶段；（2）陆缘弧模式，形成于冈瓦纳超大陆北缘的洋壳俯冲和陆块拼贴过程。针对上述争议问题，构造地质研究室胡培远研究员、翟庆国研究员与澳大利亚蒙纳士大学Peter A. Cawood教授、香港大学赵国春教授合作，选取青藏高原中部寒武纪岩浆事件开展了一系列研究工作，取得了阶段性进展。

研究团队先后在青藏高原中部拉萨地块的帮勒、仁错、安多和八宿等地区认定了多处寒武纪岩浆岩，岩石类型包括：玄武岩、辉长岩、石英闪长岩、花岗岩（含暗色捕虏体）等。这些岩浆岩具有分布范围广（东西向展布超过1000 km）、形成时代单一（集中于500 Ma左右）、成分复杂（从基性岩均匀过渡到酸性岩）的特点。Nd-Hf同位素组成指示这些岩石形成于幔源基性岩浆与壳源酸性岩浆的混合过程，其中，基性、中性和酸性岩石中幔源成分分别占75%~100%、50%~60%和0%~30%左右。综合拉萨地块前寒武纪-早古生代岩浆岩、沉积岩和变质岩研究资料，本研究认为拉萨地块存在埃迪卡拉纪晚期（约572 Ma）到早奥陶世（约483 Ma）的安第斯型岩浆事件，并存在约500 Ma的岩浆峰期。

冈瓦纳超大陆北缘埃迪卡拉纪-早古生代安第斯型弧岩浆事件可划分为两段（两期）：阿拉伯大陆北缘（西段；601-522 Ma）和印度-澳大利亚大陆北缘（东段；512-462 Ma），大致呈“西早东晚”穿时性分布。拉萨地块的安第斯型弧相关地质记录（572-488 Ma）与阿拉伯大陆北缘（601-522 Ma）和印度-澳大利亚大陆北缘（512-462 Ma）均可对比，暗示拉萨地块可能位于阿拉伯北缘与印度北缘的过渡位置，即东非造山带北段。

本研究进一步约束了冈瓦纳超大陆北缘穿时性安第斯型岩浆弧的时空分布特征，为重建冈瓦纳超大陆提供了新的岩石学证据。相关工作受到了第二次青藏高原综合考察研究项目（2019QZKK0703）、国家自然科学基金项目（41872240和42072268）、中国地质调查局项目（DD20190060和DD20190370）等资助。相关研究成果发表在国际知名地学期刊*Geological Society of America Bulletin*上。

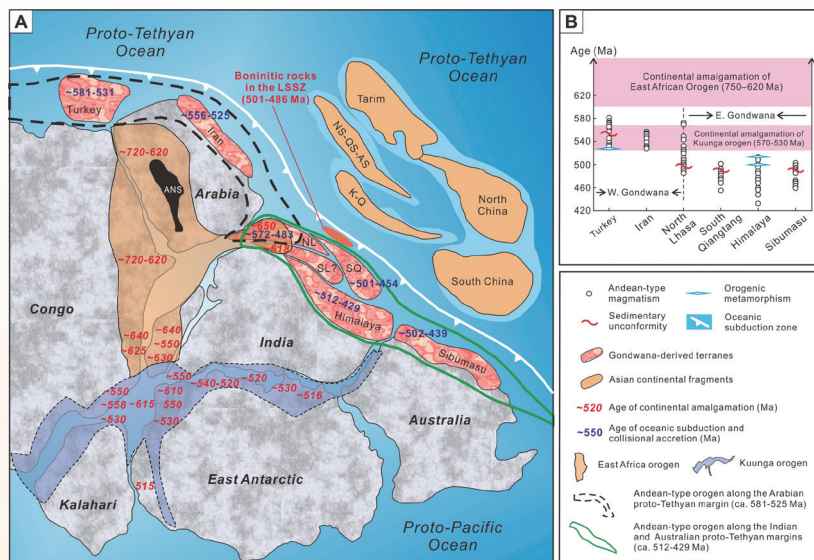


图5. (A) 冈瓦纳超大陆埃迪卡拉纪-早古生代古地理重建图和 (B) 泛非和Kuunga造山带与安第斯型岩浆弧时空对比图



武桂春等-Palaeo 3, Lethaia: 拉萨地块牙形石生物地层学研究新进展

隆格尔-工布江达断裂带是拉萨地块东西向分布的一个构造带，以往研究认为此带三叠系地层缺失或不发育，故推测其在三叠纪时期为陆上岩浆弧。然而，生物地层学研究表明拉萨地块其他区域发育海相三叠系地层，且地层序列表现为早三叠世开始海侵、拉丁期海侵规模最大、诺利期开始海退，据此推测隆格尔-工布江达断裂带上也应该发育三叠系海相地层。为此，武桂春所在的课题组选择位于该断裂带上的措迈地区和隆格尔地区开展了牙形石生物地层学研究，以查明海相三叠系地层是否存在。取得了以下成果：

(1) 在措迈地区发现了早三叠世牙形石，在隆格尔地区发现了晚二叠世-早三叠世的牙形石，这些发现表明上述地区发育有海相三叠系沉积。

措迈地区的牙形石化石归属于Ellisoniidae科的*Pachycladina*属, *Hadrodontina*属, 和*Ellisonia*属。这些化石齿体粗壮，产出于白云岩、鲕粒灰岩或泥质灰岩中，反映了水体较浅的沉积环境。措迈剖面的地层正是以白云岩为主，与牙形石的类型有很好的对应关系。牙形石时代为早三叠世印度期晚期至奥伦尼克期早期，因此将这套白云岩地层从原来认为的中二叠统下拉组修订为上二叠统-下三叠统木纠错组的上段；隆格尔剖面的牙形石时代从晚二叠世到早三叠世，自下而上划分为：吴家坪期*Clarkina-liangshanensis*-*C. guangyuanensis*动物群；长兴期的*Clarkina changxingensis*-*C. meishanensis*动物群；奥伦尼克期的*Triassospathodus homeri*-*T. triangularis*动物群。这些化石的发现表明隆格尔地区二叠系-三叠系界线地层是连续沉积的。根据化石时代和岩性特征及区域地层对比，认为隆格尔剖面的地层时代从上二叠统到上三叠统，并进行了初步划分。

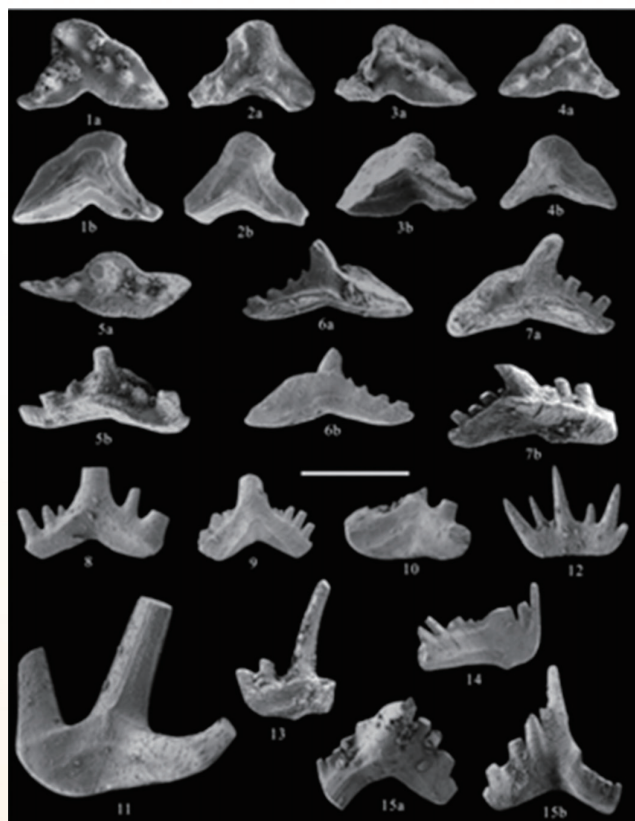


图6左：措迈剖面牙形石化石

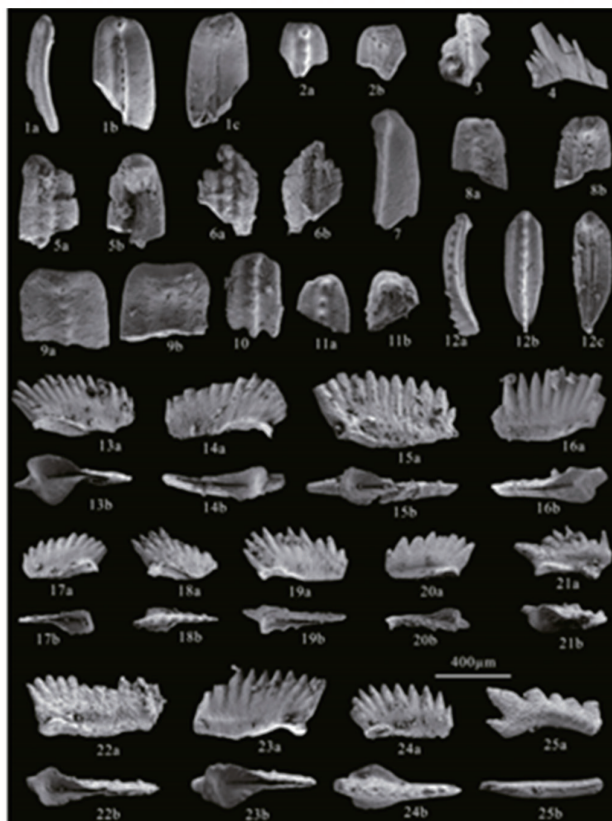


图6右：隆格尔剖面牙形石化石

(2) 拉萨地块中、西部在早三叠世处于碳酸盐岩台地沉积环境。

拉萨地块在晚二叠世至早三叠世的沉积环境有不同的认识，代表性的观点有上世纪80年代的水上隆起，本世纪初的古陆，以及近几年提出的陆上岩浆弧伴生孤立的碳酸盐岩台地。这些观点的提出主要是缘于不同的地层学证据。近些年，通过牙形石研究，连续的海相二叠-三叠系界线地层剖面及三叠系地层剖面陆续发现于拉萨地块的中部和西部，据此，课题组提出拉萨地块中、西部在早三叠世是碳酸盐岩台地的沉积环境，初步识别了两种沉积相：以白云岩为主的碳酸盐岩台地蒸发岩岩相和以灰岩为主的碳酸盐岩台地坳陷。

(3) 拉萨地块在晚二叠世至早三叠世位于低纬度地区，在古生物地理分区上与羌塘地块和华南地块属于同一分区。

越来越多的生物地层学和地球化学证据表明拉萨地块在早二叠世晚期已经离开冈瓦纳大陆北缘向北漂移，然而由于缺少二叠系-三叠系界线附近的生物地层学证据，拉萨地块在二叠-三叠系界线附近的古地理位置和亲缘关系还存在着很多不确定性。牙形石的发现，为该问题的解决提供了初步的生物地层学证据。Ellisoniids类化石的分布、*Clarkina liangshanensis*和*C.guangyuanensis*，以及吴家坪期到PTB界线连续保存的地层都具有低纬度分布的特征。牙形石生物化石和沉积地层学的特征表明拉萨地块在晚二叠世和早三叠世与华南地块及羌塘地块处于相同的沉积环境，在生物古地理上属于同一分区，都处于近赤道的低纬度地区。

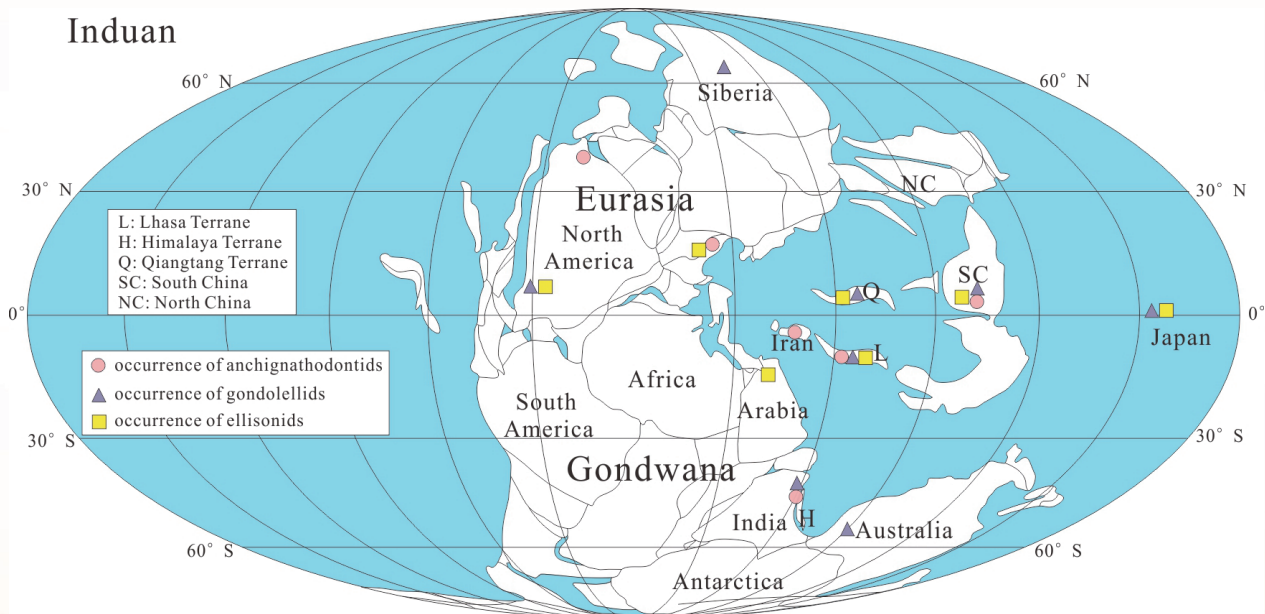


图7. 早三叠世拉萨地块、羌塘地块和华南地块属于同一古地理分区

本研究为隆格尔-工布江达断裂带在晚二叠世至早三叠世不是陆上隆起区提供了生物地层学依据；为拉萨地块晚二叠世-早三叠世的沉积古地理格局提供了新的控制剖面；为拉萨地块在晚二叠世-早三叠世的古地理亲缘关系提供了古生物化石和地层学证据。研究得到国家自然科学基金项目（41972034；42072043），中国地质调查局项目（DD20190008；DD20190009）和基本科研业务费项目（JKY2017）的支持。研究成果发表在*Palaeogeography*, *Palaeoclimatology*, *Palaeoecology*和*Lethaia*上。



孙剑、朱祥坤等—GPL: 颠覆前人认识, 奠定钙同位素在火成碳酸岩研究中的应用基础

火成碳酸岩是来自地球深部的一类特殊的岩浆岩, 成分以碳酸盐为主并通常显著富集稀土等关键金属元素。这类罕见岩石的成因一直是个谜, 但其研究意义重大。一方面, 由于它是关键金属资源一类重要的赋矿岩体, 是理解战略性关键金属矿产富集成矿机制的一个重要基础。另一方面, 作为地表中少见的富碳的深部来源物质, 火成碳酸岩也是开展地幔演化与“深部碳循环”研究的珍贵载体。目前, 对于富含碳的碳酸岩岩浆的起源, 到底是源自“正常”地幔物质的部分熔融, 还是源自俯冲到地幔的再循环沉积碳酸盐岩的熔融, 仍然不清楚。钙是火成碳酸岩中最常见的金属元素; 钙同位素是示踪再循环沉积碳酸盐和岩浆过程的有效工具。新兴的钙同位素示踪技术有望揭示火成碳酸岩的成因之谜。然而目前, 火成碳酸岩钙同位素研究少、且不同实验室报道的数据结果差异很大。

朱祥坤研究员课题组与英国牛津大学等单位合作, 基于严格的条件实验, 建立了一套精准高效的Ca(-Sr)同位素MC-ICPMS测试技术。对全球不同地区代表性火成碳酸岩样品开展了系统的钙同位素地球化学研究。研究结果颠覆了法国课题组近期在*Science Advance*上发表的论文的数据结果和认识(Amsellem et al., *Sci. Adv.* 2020; 6: eaba3269)。

该研究主要取得了以下成果: (1) 精确测定了火成碳酸岩钙同位素组

成的基本特征, 并论证了碳酸质岩浆演化过程中钙同位素的地球化学行为, 为钙同位素在火成碳酸岩研究中的应用奠定了坚实基础; (2) 从钙元素的角度揭示了碳酸盐组分来源于地幔物质本身, 而无需再循环沉积碳酸盐加入; (3) 建立了精准高效的钙同位素测试技术, 厘清了现有发表数据混乱的问题, 为钙同位素地球化学的应用发展提供了可靠的技术支撑。

该研究成果近期发表于国际权威地球化学专业期刊*Geochemical Perspectives Letters*。研究得到国家自然科学基金(41773018, 42072113), 国家重点研发计划(2019YFA0708604, 2019YFA0708404), 中国地质调查项目(DD20211358)和深地动力学重点实验室项目(J1901-13, J1901-20-1)的资助。

向华等-JMG: 一款简单高效的岩石热力学相平衡模拟软件—GeoPS

向华副研究员通过综合运用岩石学、热力学、计算数学、计算机图形学和编程等方法, 开发了一款高效的可视化岩石相平衡模拟软件GeoPS。该软件具有友好的可视化界面, 操作简单, 仅需输入全岩成分和温压

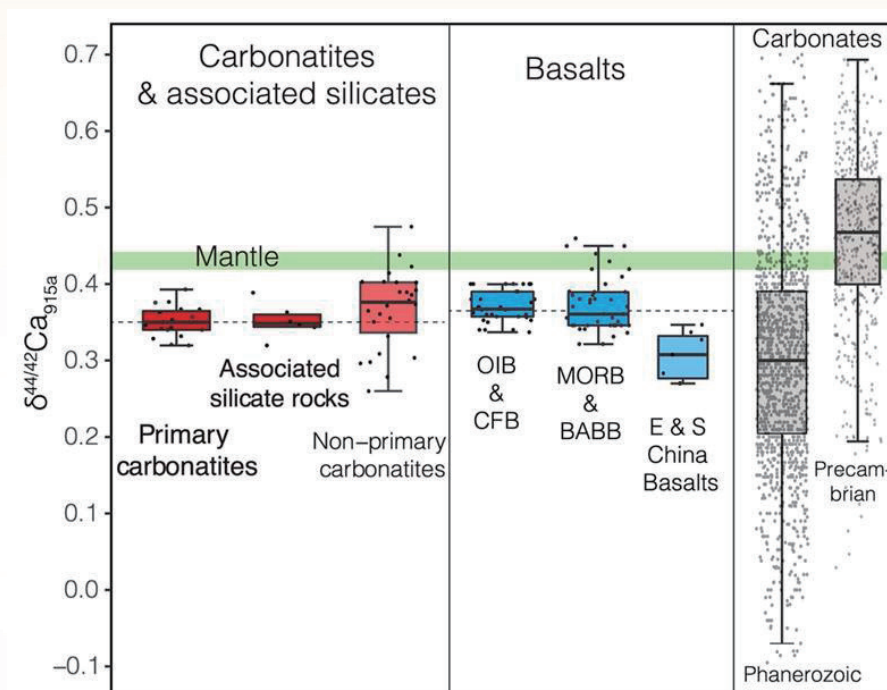


图8. 火成碳酸岩钙同位素组成特征及与玄武岩、沉积碳酸盐岩的对比

条件就可一键自动完成相平衡模拟计算。解决了传统相平衡模拟软件（如的THERMOCALC）的命令行输入繁杂、难掌握和使用难度大的问题。

理论上，通过热力学相平衡计算可得到给定成分的系统在任意温压条件下的平衡矿物组合及其成分、含量等各种信息。这就为我们模拟和理解变质和岩浆作用等深部地质过程提供了重要手段。GeoPS软件不仅让热力学相平衡模拟计算变得简单，易于推广和普及，且所开发的新算法使相平衡模拟计算效率大幅提高。与同类软件（Perple_X, Domino）相比，GeoPS不仅使用简单、结果可靠，且效率更高，在使用复杂的矿物活度模型时，计算速度可比同类软件（如Perple_X 6.9.0）快2个数量级以上。GeoPS已得到学界的认可和广泛应用，国内外用户运行超3万次，目前达到月均近2000次。

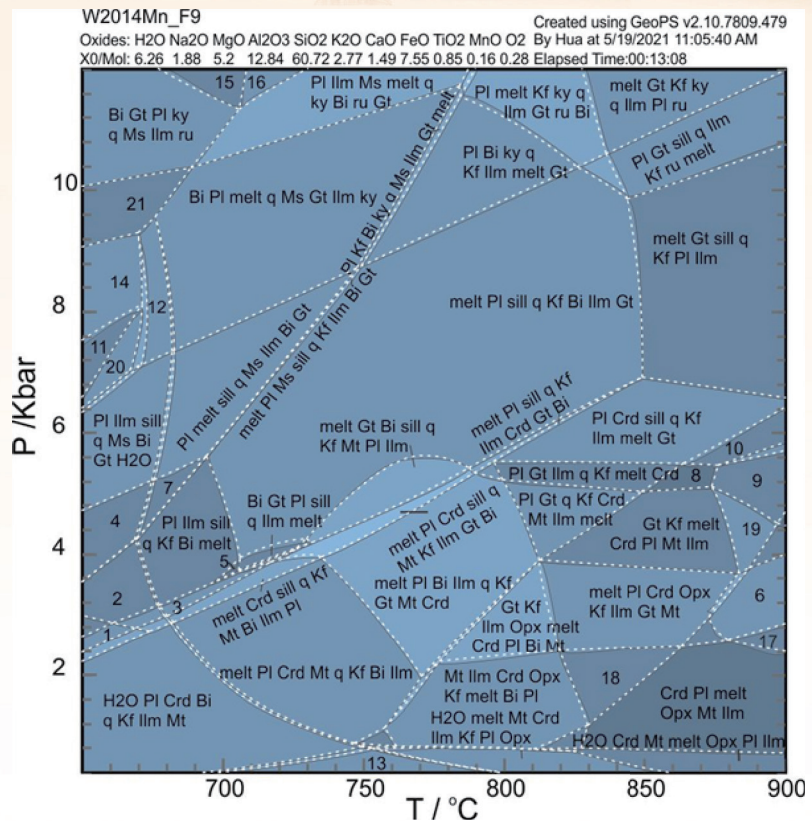


图9. GeoPS与THERMOCALC计算结果比较。白色虚线为THERMOCALC计算结果（White et al., 2014）

贾建亮等-Tectonics: 盆-山体系演化控制上拆离盆地沉积充填与热演化史的新认识

在区域伸展背景中，拆离构造作用与上拆离盆地沉积作用的关系是一个具有挑战性的课题，目前拆离构造作用对沉积盆地充填和热演化史的影响尚不清楚，从而制约了沉积盆地油气资源勘探方面的进展。上拆离盆地往往因变质核杂岩的持续隆升与剥露而难以完整保存，而辽西地区早白垩世阜新盆地及其东侧的医巫闾山变质核杂岩作为保存完整的盆-山体系，为本研究提供了理想场所。

贾建亮研究员及其合作者对阜新盆地及医巫闾山开展综合研究，重塑了阜新地区早白垩世盆-山体系耦合历史，系统揭示了盆地的精细沉积充填演化规律，提出了上拆离盆地构造热不均衡新认识，创新性阐明了拆离构造作用控制着盆地演化、沉积充填与热演化规律。具体如下：

(1) 系统揭示了盆地的精细沉积相演化规律，提出盆地东部普遍发育与拆离构造密切相关的水下扇深水沉积。建立了全新的阜新盆地早白垩世沉积演化模型，揭示阜新盆地主要发育深水背景的水下扇-半深湖沉积体系与浅水背景的扇三角洲-滨浅湖沉积体系。利用盆地模拟技术，揭示了阜新盆地早白垩世的沉积埋藏史与最大古地温（西部 - 160℃，中部 - 220℃，东部 - 260℃）及古地温梯度变化。

(2) 通过阜新地区医巫闾山变质核杂岩和沉积盆地充填的动态演化分析，揭示沉积盆地经历了初始裂陷、断陷沉降和构造反转3个构造演化阶段，重塑了阜新地区早白垩世盆-山体系耦合历史。结果表明，阜新盆地沉积充填与盆地演化的动力学机制与医巫闾山隆升与剥露控制作用下瓦子峪拆离构造演化密切相关。

(3) 揭示了阜新盆地热纪录呈现近拆离构造逐渐增高的演化规律，从而创新性的提出了上拆离盆地构



造热不均衡的新认识，即拆离构造作用通过沉积充填、剪切加热、构造挤压和断层位移等控制着盆地整体的热演化规律。结果表明，阜新地区瓦子峪拆离构造作用对阜新盆地东部热纪录的影响范围介于4.5 - 6.5 km。此外，本研究在阜新盆地东部识别出拆离断层作用控制形成的逆牵引构造，其发育进一步影响了盆地东部的沉积充填与热演化史。

(4) 揭示了阜新地区盆-山体系演化的能源资源效应。阜新盆地自西到东逐渐增强的热演化规律，促进了不同盆地位置在不同沉积层系的生烃-排烃强度。沙四段生油烃源岩在盆地东部处于生油高峰期，沙三段煤系烃源岩在盆地中部处于生油高峰期、东部处于生湿气阶段，九佛堂组生油烃源岩在盆地西部处于生油高峰期、中部处于生湿气到干气阶段、东部完全处于生干气阶段。因此，阜新盆地热演化空间刻画有助于解决不同油气赋存类型勘探，东部高热演化程度以页岩气和煤层气勘探为主，西部较低的热演化程度以常规油气勘探为主。

本研究主要从盆-山体系耦合角度试图解决北方晚中生代沉积盆地油气勘探方向的瓶颈问题，对重塑同类型沉积盆地油气勘探具有重要指导作用，有助于揭示沉积盆地充填与热演化动力学机制及板块俯冲体系的能源资源效应，从而服务于沉积盆地油气资源勘探。研究得到了国家自然科学基金项目(41772114)、基本科研业务费项目(S2009, J1803)和中国地质调查局地质调查项目(DD2019005)的共同资助。该项成果近期发表于国际构造地质学期刊*Tectonics*上。

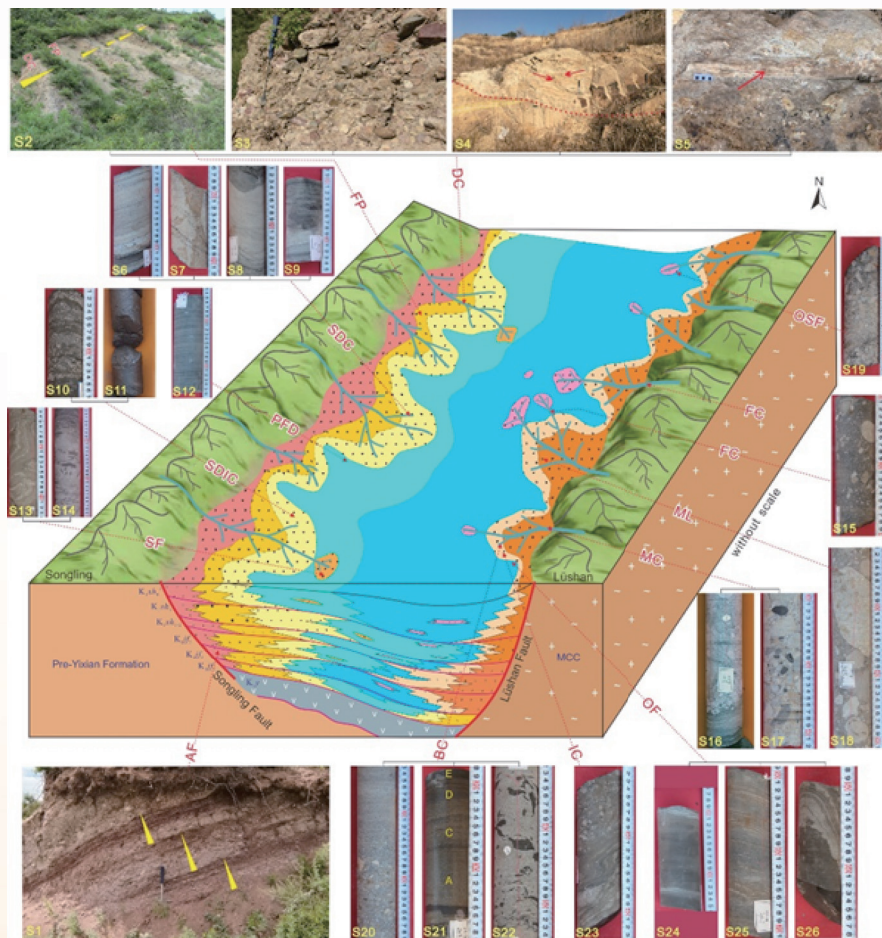


图10. 阜新盆地早白垩世沉积演化模型

闫臻创新团队-JGS、GSA Bulletin等：混杂带专题地质填图揭示原特提斯造山带物质组成和复合造山作用过程

混杂带结构组成、原始序列与形成时代一直是造山带研究的难点和最基本内容。蛇绿混杂岩和增生杂岩作为古大洋板块和汇聚板块边界的直接判别标志，是造山作用方式和板块构造重建的最主要证据。混杂带 (mélange) 从概念提出至今已经历了100年，其含义和形成机制仍未达成共识，特别是古老造山带中的混杂带结构、组成与形成方式。混杂带精细地质填图解析，是我们合理认识洋盆演化、造山带结构、造山作用、板块俯冲起始方式、板块构造重建等关键科学问题的最有效手段。东亚原特提斯域北祁连构造带和柴北缘构造带分别作为增生型和碰撞型造山带的典型代表，保留大量早古生代蛇绿混杂岩、增生杂岩和高压-超高压变质岩等，具有解决以上重要科学问题的潜力，为此中国地质科学院地质研究所闫臻研究员带领的沉积大地构造与复合造山创新团队对上述两类原特提斯造山带开展了混杂带专题地质调查，主要取得以下研究进展：

1、厘定北祁连大洋板块地层时代和来源，揭示了北祁连洋盆多期俯冲-增生过程

专题调查发现，北祁连增生杂岩由大洋板块地层 (OPS) 的连续“片段”单元和混杂岩共同组成。扁都口和百经寺增生杂岩中的硅质岩保存有结构良好的中奥陶世放射虫化石，石灰沟增生杂岩中的硅质岩含有弗洛期-大坪期牙形刺化石和中奥陶世放射虫。这些证据表明，北祁连增生杂岩中包含有早-中奥陶世OPS，且原特提斯洋在470Ma之前并未关闭。结合碎屑锆石U-Pb年龄、全岩地球化学结果，该增生杂岩以富含陆源碎屑组分的OPS为主，这些OPS主要是由靠近中祁连安第斯型陆缘弧和洋内岛弧的海沟充填序列及其旁侧的半远洋沉积共同组成。

北祁连大洋板块地层记录了寒武纪时期原特提斯洋在北祁连微陆块北侧发生双向俯冲并形成陆缘弧和洋内岛弧；早奥陶世时期 (约480Ma) ，中祁连微陆块与洋内岛弧发生弧-陆碰撞，俯冲极性发生反转，形成南向俯冲。

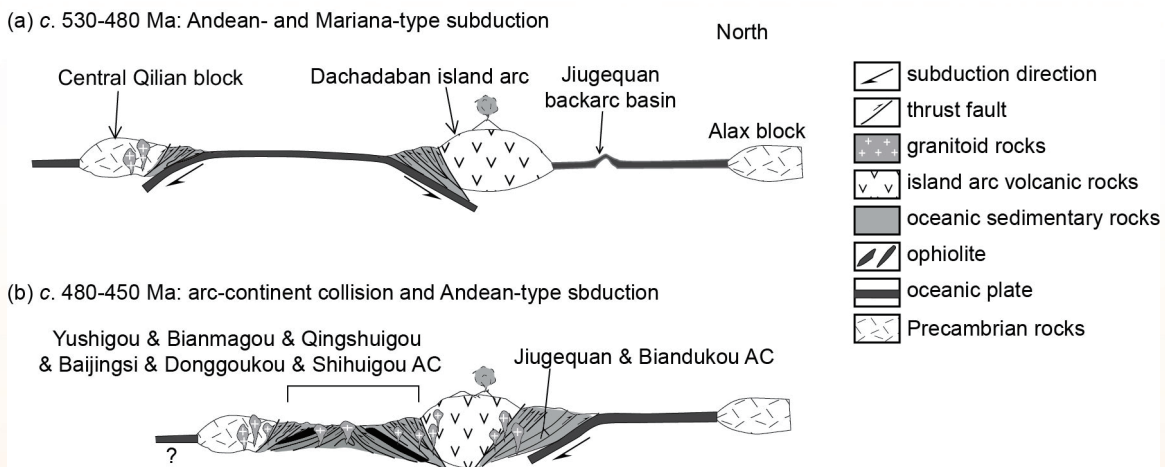


图11. 北祁连洋俯冲极性与增生杂岩形成模型

2、识别出柴北缘乌日嘎霍古元古代变质基底，重新限定了柴北缘早古生代缝合线位置

专题地质填图表明，柴北缘托莫尔日特东北乌日嘎霍一带出露花岗片麻岩和斜长角闪岩透镜组合，原岩分别为花岗闪长岩和基性岩。LA-ICP-MS锆石U-Pb测年获得古元古代岩浆结晶年龄 ($2413 \pm 28\text{Ma}$) 和变质年龄 ($1966 \pm 46\text{Ma}$ 和 $1922 \pm 22\text{Ma}$) 。它们的岩石组合、地球化学特征、形成时代与图幅北侧的德令哈杂

岩相一致，同属于欧龙布鲁克地块的古元古代变质基底。这一认识查明了欧龙布鲁克地块变质基底的分布，进一步将柴北缘早古生代缝合线限定在该古元古代变质岩与石棉沟蛇绿岩之间。

3、厘定了柴北缘蛇绿混杂岩和增生杂岩组成，践行了混杂岩专题地质填图方法

专题地质填图表明，柴北缘石棉沟蛇绿混杂岩主要由蛇纹岩、辉长岩以及斜长花岗岩组成，局部可见辉长岩和硅质岩等块体裹挟于片理化蛇纹岩中。斜长花岗岩和辉长岩的锆石测年结果表明蛇绿岩形成于506~512Ma。蛇纹岩中尖晶石具有较高的Cr#值(>60)，表现出弧前橄榄岩特征。大柴旦落凤坡蛇绿岩发育有玻安岩和类似MORB拉斑质基性岩，进一步表明柴北缘蛇绿岩为洋内初始俯冲产物。

增生杂岩出露于乌兰县南侧布拉格斯塔一带，由片理化玄武岩、凝灰岩、硅质岩、灰岩和混杂岩等组成，凝灰岩碎屑锆石U-Pb年龄全部为寒武纪(487Ma-507Ma)且具有较高的 $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ 值(+5.4 - +16.8)，主要来自寒武纪柯柯岛弧。该增生杂岩经历了2期构造变形，第一期表现为双冲构造和同斜紧闭褶皱，形成于向北俯冲阶段，第二期表现为不对称褶皱和S-C组构，可能形成于陆-陆碰撞走滑剪切过程。

两类岩石-构造单元的识别和厘定，丰富了原特提斯造山带组成结构，并检验了《混杂岩地质调查与填图方法》(闫臻等, 2020)在碰撞造山带复杂构造区地质调查中的有效性。

4、恢复了柴北缘洋内和陆缘沟-弧体系时空结构，重建了柴北缘早古生代洋盆演化和板块构造格局

柴北缘及周边地区发育的古生代岩石构造单元包括11类。其中寒武纪增生杂岩、蛇绿岩、弧前盆地和大洋岛弧共同构成了530-480Ma洋内沟-弧系，是原特提斯洋内北向俯冲的产物；寒武纪-早奥陶世陆弧岩浆岩以及中-晚奥陶世混合岩和高温低压变质岩形成于原特提斯洋向欧龙布鲁克地块之下俯冲过程。

综合分析表明柴北缘构造带经历了古生代复杂增生和碰撞造山过程：①寒武纪-早奥陶世时期，原特提斯洋在洋内和陆缘俯冲分别形成洋内和陆缘沟-弧系；②早-中奥陶世时期，洋内沟-弧系向北增生至陆弧边缘，并在洋内沟-弧系之上发育早-中奥陶世岩浆弧；③晚奥陶世-志留纪时期，原特提斯洋闭合，柴达木地块与欧龙布鲁克地块碰撞，形成陆相沉积、高压-超高压变质岩和同碰撞岩浆岩。

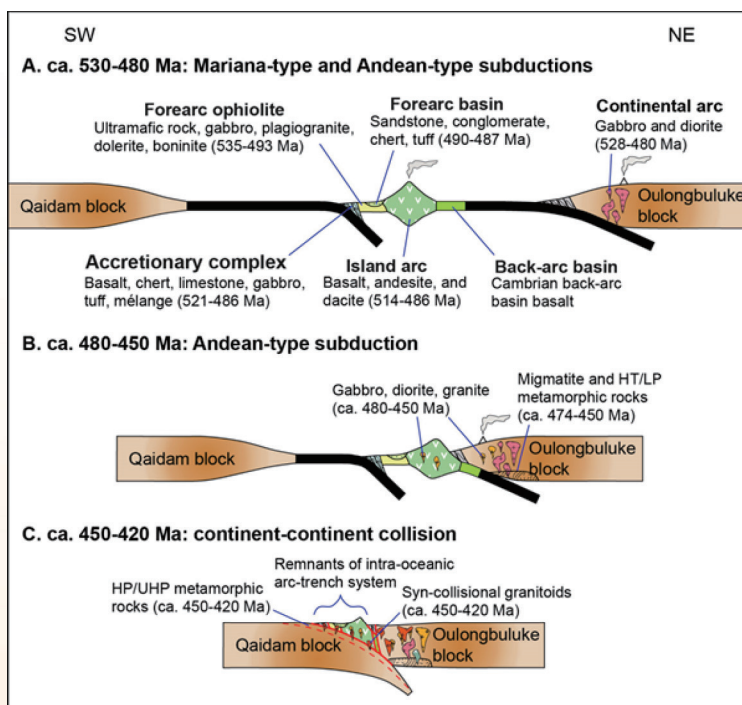


图12. 柴北缘原特提斯洋演化模式图



上述系列填图成果揭示了混杂岩结构、组成与形成方式的复杂性，细化了原特提斯洋多期俯冲-增生过程的大地构造相及其物质组成与结构，建立了洋内沟-弧体系演化和弧-陆碰撞造山过程，限定了原特提斯洋初始俯冲与闭合时限，为中央造山带结构、复合造山过程、原特提斯洋演化研究和板块构造重建奠定了坚实基础，充分体现了混杂带专题地质填图是解决关键地质科学问题和提升基础地质理论认识的有效途径。相关成果发表于*JGS*、*GSA Bulletin*、《岩石学报》和《地质通报》等期刊。

杨志明研究组-*JP*: 藏南超钾质岩的富集特征继承自地幔源区

藏南超钾质岩是理解造山带地幔性质及演化的窗口，一直是青藏高原研究的重要热点。藏南超钾质岩具有极为富集的地球化学特征，但其富集的原因存在争议。多数学者认为其富集特征继承自富集地幔源区，而一部分则认为壳源富集组分的加入是超钾质岩富集特征形成的重要原因。导致上述争议的主要原因是，以往的研究多基于全岩地球化学数据开展，而全岩通常代表岩石中不同矿物机械混合的产物，具体富集过程难以捉摸清楚。相比之下，岩浆中一些结晶温压范围较大的矿物，例如单斜辉石，往往在其结晶过程中记录着岩浆组分的细微变化，为恢复超钾质岩浆起源与演化提供了难得的机遇。为此，我所杨志明研究组在精细厘定藏南超钾质岩中单斜辉石斑晶结晶历史的基础之上，结合矿物原位微区分析结果，试图恢复其超钾质岩浆的地壳演化过程，揭示富集原因和源区交代特征。

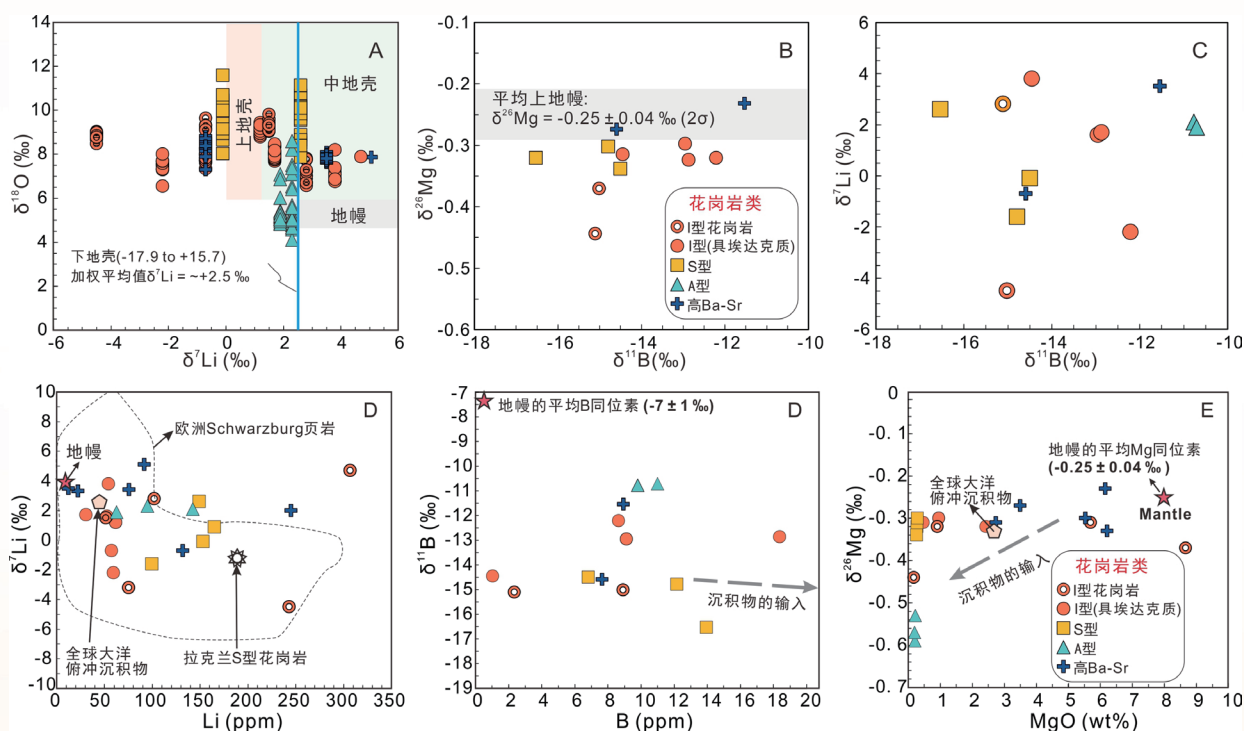


图13. 单斜辉石斑晶组分图解

结果显示，藏南超钾质岩经历了结晶分异、岩浆混合和同化混染一系列复杂的地壳过程。结晶分异导致正常结晶的单斜辉石斑晶（type-I）具有与其地幔源区相同的组分特征，其Mg#和Ni含量从核部（Core）到边部（Rim）逐渐降低，而不相容元素（REE, Sr, Zr等）含量逐渐升高。一些单斜辉石斑晶（type-II, -III）的不平衡结构（例如反环带、熔蚀结构）指示岩浆混合，而混合导致的type-II, -III中高Mg#、Ni环带相比正常环带（ $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$: 0.70929–0.72553）具有相对较低的不相容元素含量和 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值（0.70659–

0.71977；图中type-II的Rim和type-III的Core）。同化混染作用的主要证据是地壳捕虏体的广泛产出，考虑到这些捕虏体相比寄主超钾质岩（0.708–0.710）具有低得多的全岩 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值（0.711–0.722），地壳组分的加入会引起相对亏损而非富集。显然，以上结晶分异、岩浆混合和同化混染作用都不能导致超钾质岩的富集特征。同化混染和岩浆混合作用引起超钾质岩浆的亏损同样体现在type-I斑晶由核部向边部逐渐降低的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值上，这也与基于EC-E' RA χ FC模型的模拟结果一致。因此，推断藏南超钾质岩的富集特征继承自源区。此外，单斜辉石斑晶的低Ti/Eu比值（ <1500 ）和高（La/Yb）N数值（ >8 ）指示超钾质岩源区遭受过碳酸盐交代为主的交代作用。

上述藏南超钾质岩的富集特征形成机制的厘定，为理解青藏高原新生代岩石圈演化及高钾埃达克质岩的形成提供了重要约束。本研究得到国家自然科学基金委项目（项目号91955207, 41825005）资助，研究成果近期在线发表在著名岩石学期刊*Journal of Petrology*上。

薛帅等-*Tectonophysics*: 大地电磁探测揭示青藏高原中南部电性结构及其构造意义

藏南一系列南北向伸展裂谷是青藏高原最显著、分布最广泛的构造样式之一，裂谷北端终止于青藏高原中部雁形排列的共轭走滑断裂附近。早期研究认为南北向伸展裂谷和近东西向共轭走滑断裂两种构造的形成具有一定相关性，但目前有关两种构造的深部结构特征尚不明确，其形成机制仍存在较大争议，一定程度上制约了人们对青藏高原隆升和向外生长机制的认识。中国地质科学院地质研究所岩石圈中心薛帅助理研究员与合作者利用横穿格仁错共轭走滑断裂（GCF）和定结-申扎裂谷（XDR）结合部的大地电磁数据，以及收集处理的早期藏南天然地震和大地电磁研究结果，揭示出南北向裂谷和共轭走滑断裂的地壳和上地幔深部结构，并讨论了两种构造的内在联系和形成机制。

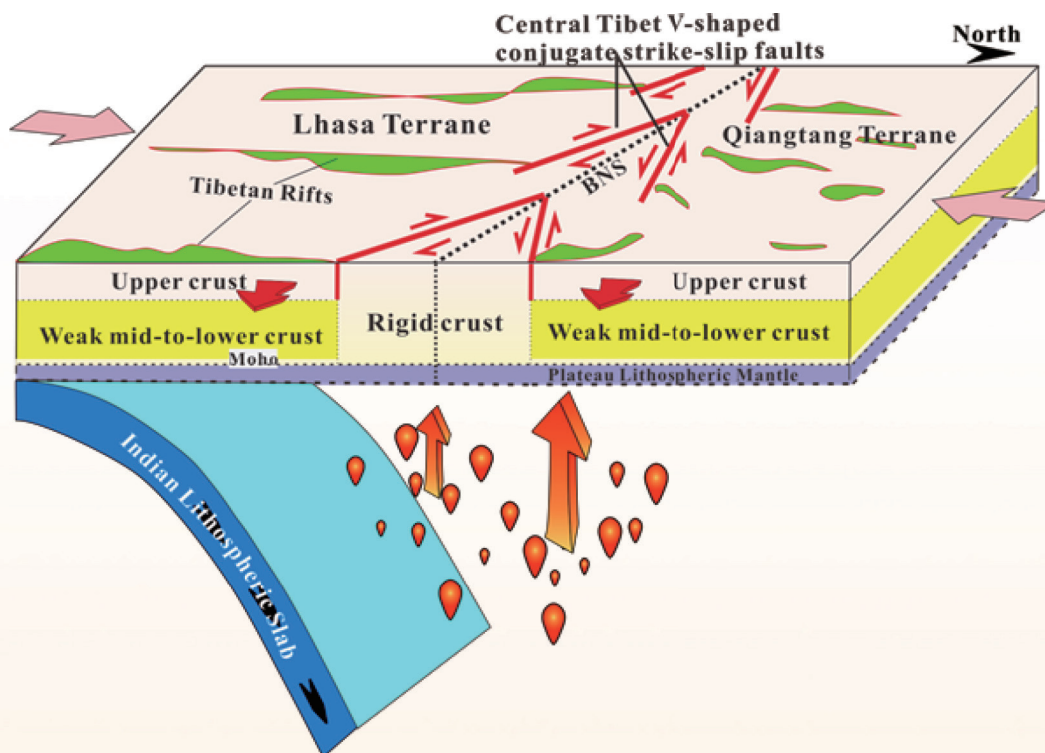



图14. 本研究提出的青藏高原地壳和上地幔结构特征卡通图



综合大地电磁和天然地震等结果，分析认为南北向裂谷和共轭走滑断裂的地壳和上地幔深部结构特征主要为：裂谷下方为弱地壳（中下地壳高导层）、强地幔（高速上地幔）；共轭走滑断裂区域下方则为强地壳（较高阻地壳）、弱地幔（低速上地幔）。藏南大范围弱物质层可能与青藏高原周缘发现的中下地壳流紧密联系，而青藏高原中部的低速上地幔则可能与大规模地幔热物质上涌密切相关。结合地球动力学模拟等研究结果，本研究提出在印度大陆和欧亚大陆沿弧形边界持续汇聚作用下，藏南上地壳与弱中下地壳解耦，从而在弱中下地壳之上的上地壳发育了一系列规则南北向裂谷，而高原中部的共轭走滑断裂区域地壳则整体向东刚性挤出。

本研究分析了青藏高原中南部深部电阻率和地震速度结构特征，为理解青藏高原的隆升和向外生长研究提供了重要证据。研究得到了国家自然科学基金项目（41804090, 41574091, 41704099, 91962109）和第二次青藏高原综合科学考察研究（2019QZKK0701）的共同资助。该项成果近期发表于国际地学期刊 *Tectonophysics* 上。

2. 2021年国家自然科学基金代表性结题项目研究成果


东特提斯二叠-三叠纪古地理解析：滇藏地区的古生物学、沉积学和古地磁学证据 (项目负责人：金小赤)

特提斯的演化是显生宙的一个重大事件，其演化过程高度复杂。在涉及瓦纳派生地块裂解、飘移过程等一些关键问题上，仍争论颇多，亟待深入研究。本项目选择二叠-三叠纪这一古特提斯演化的重要时期，以滇藏地区冈瓦纳派生地块的裂解和向劳亚大陆南缘的增生为主要对象，从进一步查找古生物地理学、沉积学、古地磁学等证据入手，对东特提斯域二叠-三叠纪的演化过程进行深入探讨。围绕这一主题，我们采取了以下研究思路，即研究该地区冈瓦纳派生地块上的沉积序列和所含化石，获取古环境、生物古地理和古气候变化的信息，结合不同地区古地磁数据，分析判断这些地块相对的古地理格局；通过对特提斯缝合带中混杂出现的诸地层单元的辨析和研究，提取有关特提斯的发育和消亡过程的信息。经过大量的野外工作和实验室分析测试工作，在以下几个方面取得了新的进展：（1）腾冲地块早二叠世含蜓蚰粒灰岩对气候环境变暖的指示、保山地块与缅甸掸邦蜓类 *Rugoschwagerina* 的生物古地理和中二叠世基默里陆块代表分子的确 定、拉萨地块中二叠世蜓类分布特征及其对该地块古地理环境的指示意义；（2）昌宁-孟连带不同碎屑岩序列的区分及其沉积和构造环境分析、碳酸盐生物地层学和沉积环境分析；（3）保山地块、拉萨地块和特提斯喜马拉雅以及华南不同时代的古地磁数据的获取及其相应的古地理意义探讨。这些成果的取得，为深入了解东特提斯的演化过程提供了新的证据和有效的约束。

连接变质作用与造山作用：来自青藏高原东北缘早古生代造山系的启示（项目负责人：张建新）

本项目以青藏高原东北缘早古生代造山系中的变质岩为主要研究对象，以造山作用过程中不同类型变质作用为主线，其目的是揭示青藏高原东北缘早古生代变质作用及造山作用的成因关系。通过5年来的工作，取得的主要进展和成果有：1）在北祁连和北阿尔金开展了与大洋俯冲界面相互作用有关的变质和变形作用研究，提出了早古生代大洋俯冲界面过程的隧道作用模型。2）在祁连地块北缘和南缘识别出与早古生代挤压弧和伸展弧，分别对应于前进式和倒退式增生造山作用。祁连地块北缘大陆弧具有“安第斯型”挤压弧特征，其弧下地壳以高压麻粒岩为特征，变质时代为510-460Ma，形成与古祁连洋（原特提斯洋）向南俯冲有关；并根据同时代的变质作用、深熔作用和相关的岩浆作用，构建了该大陆弧完整的地壳剖面。祁连地





块南缘（乌兰北）早古生代大陆弧具有伸展弧特征，弧下地壳以低压/高温麻粒岩为特征，变质时代为500–450Ma，与柴北缘大陆深俯冲之前洋壳向北俯冲的产物。3）根据柴北缘西段鱼卡和绿梁山两个相邻UHP变质单元的野外关系、岩石组合、峰期变质条件及变质演化PT轨迹的差异，提出柴北缘大陆深俯冲形成的UHP变质岩两种不同的折返模式：鱼卡低温/超高压变质单元沿俯冲隧道折返到浅部；绿梁山高温/超高压变质单元通过底辟（diapir）或上侵（relamination）的方式穿越上覆地幔楔就位于地壳层次。4）在柴达木盆地西缘新厘定出一个早寒武世（540–520Ma）UHT麻粒岩变质单元，提出其与冈瓦纳大陆最后拼合形成的泛非期造山热事件有关。这一新的发现和进一步认识柴达木地块的起源、青藏高原北部早古生代构造演化以及原特提斯开启等具有重要意义。5）在已有研究基础上，通过青藏高原北部早古生代造山系中不同类型变质作用的综合研究，揭示其既具有典型增生造山带的特征，又具有碰撞造山带的属性，并建立起不同类型与变质作用与造山作用的相互关系。

东疆星星峡地区淡色花岗岩的成因及其蕴含的古老地壳组成信息（项目负责人：贺振宇）


淡色花岗岩可以由大陆地壳岩石深熔作用形成，或者由原始花岗质岩浆经高程度分离结晶作用形成，因而可以有效反演大陆地壳的组成与演化信息。为了深入认识古老微陆块在增生造山作用中的地壳演化过程，本项目选择中天山微陆块星星峡地区淡色花岗岩为主要研究对象，通过系统的野外地质、岩石学与岩石地球化学研究，获得了如下认识：（1）将星星峡地区淡色花岗岩分为“淡色体”和“侵入体”两种类型，两者具有不同的产状、岩石成因和地壳演化信息；（2）“淡色体”型淡色花岗岩的形成时代为~380 Ma和~310 Ma，分别与其围岩片麻岩的变质年龄一致，是中天山微陆块前寒武纪基底岩石的变质和部分熔融作用的产物；（3）“侵入体”型淡色花岗岩的形成时代为~280 Ma，与同时代的红柳井石英闪长岩的岩浆高度分异演化有关，揭示了共生的高分异花岗岩与堆晶石英闪长岩的具体成因联系，以及原位晶体–熔体分离过程。研究过程还结合中天山微陆块前寒武纪基底岩石的锆石Hf–O同位素研究，揭示了中天山地块中元古代地壳生长事件，以及可能存在的更古老的古元古代地壳，提出了中亚造山带南部微陆块与东欧板块的亲缘性。项目研究成果在*ESR*、*SR*、*Geology*、*GSAB*、*Lithos*、*GR*等国际主流期刊、及中文核心期刊发表论文9篇，并完成1:5万填图2幅，受到国内外研究同行广泛关注和认可。

兰坪盆地新生代构造变形及其对铅锌铜成矿的控制（项目负责人：张洪瑞）

兰坪盆地位于印亚大陆碰撞带的侧向部位，发育包括金顶在内的众多低温热液铅锌铜矿床。诸多研究揭示了盆地内矿床时空分布及控矿式样，但区域构造与成矿关系尚待深入研究。本项目以不同尺度上成矿同属一个完整系统为核心思想，将区域成矿学与矿田构造学紧密结合，对兰坪盆地区域变形与成矿构造进行精细剖析。通过河西–中排、马登–营盘和大理–永平三条连续剖面测制，厘定盆地内部变形式样及序列；解剖白秧坪、金顶、水泄和华昌山矿床控矿构造，识别关键致矿要素；根据锆石和磷灰石(U–Th)/He定年等构造–热年代学研究，确定区域构造与控矿构造的时间关联。研究发现：

（1）兰坪盆地成矿作用发生在49Ma（金满、连城和华昌山矿床）、32–25Ma（白秧坪和格坡洛矿床）、23–20Ma（金顶、茅草坪和水泄矿床）。（2）这三期成矿事件与碰撞挤压背景密切相关。挤压作用形成褶皱与裂隙系统，矿液贯入裂隙中形成金满、金顶等矿床。另外，大陆碰撞导致陆块差异性旋转，这一过程也会造成裂隙张开，从而充填富含金属的盆地流体，形成白秧坪等矿床。（3）揭示出兰坪地区碰撞造山与成矿的耦合关系，建立起兰坪地区碰撞变形与低温热液流体成矿模型。这些认识为理解低温热液矿床成矿过程提供有用资料，丰富了矿田构造学内容，增进了对构造变形与成矿过程的理解。项目目前发表表明资助的文章25篇，其中SCI论文11篇。相关成果获得2019年度国家自然科学基金二等奖（碰撞型斑岩铜矿成矿理





论)。所在研究团队被评为2018年度科技部创新人才推进计划“大陆碰撞成矿作用”创新团队。项目负责人在2021年被自然资源部评选为科技领军人才。

华北克拉通中部阜平杂岩中2.7Ga与2.1–2.0Ga岩浆事件及其地质意义（项目负责人：杜利林）

研究发现，阜平杂岩中新太古代早期~2.7Ga的片麻岩可以分为TTG片麻岩和变质中-酸性火山岩两类，两者都可能形成于板块俯冲环境。在阜平杂岩中识别出新太古代晚期的变质变形，并在阜平岩群元坊岩组中获得新太古代晚期（ $2531 \pm 15\text{Ma}$ ）和古元古代晚期（ $1943 \pm 16\text{Ma}$ ）两期变质年龄。阜平杂岩古元古代中期岩浆活动集中于2.1~2.0Ga，岩性以二长花岗岩和钾质花岗岩为主，具有高温A型花岗岩特征，推断形成于裂谷环境。综合本项目和前人的资料初步提出，阜平杂岩新太古代早期-古元古代晚期地质演化过程为：新太古代早期~2.7Ga阜平微板块边界出现初始岛弧，热的俯冲下覆含水板片部分熔融形成TTG，成分主要为英云闪长岩，同时在陆块边部可能发育同期的火山岩；新太古代晚期，随着岛弧俯冲的持续，俯冲板片和加厚的基性下地壳部分熔融形成大量的TTG岩石，同时阜平微陆块参与到华北新太古代末的初步克拉通化过程中，区域上出现较为明显的新太古代末期变质变形；古元古代早期，华北克拉通相对稳定，仅在局部发育有一定规模的岩浆活动。古元古代中期，华北克拉通处于陆内裂谷阶段，发育有大量的2.2–2.0Ga的岩浆岩，同期的裂谷盆地中发育一系列火山-沉积岩系。在中部造山带内，该阶段岩浆活动具有一定的分带性：五台、吕梁和中条地区多集中于2.2–2.1Ga，而阜平和赞皇主要集中于2.1–2.0Ga，盆地的发育也和岩浆岩特征类似；古元古代晚期，伴随着陆内裂谷盆地的闭合和陆壳加厚，阜平地区乃至中部带发育广泛的变质作用，华北形成稳定的克拉通。

藏东八宿变质杂岩带：对怒江构造带中东段早侏罗世弧-陆造山的启示（项目负责人：李化启）

青藏高原中部班公湖-怒江缝合带所代表古洋盆的性质和早期演化仍存在很多争议。本项目以班公湖-怒江缝合带东段八宿变质杂岩带中初步发现的早侏罗世构造事件为研究对象，通过构造变形和造山极性特征、构造热年代学、岩浆作用等多角度论证八宿变质杂岩带早侏罗世构造事件的性质、时序和造山过程，并结合邻区构造热年代学的研究，对区域上多蛇绿混杂带-多岩浆带的区域地质构造格局、怒江带东段古大洋的性质、演化和增生造山过程进行了探讨。研究表明分割八宿变质杂岩带的同卡蛇绿混杂带中变玄武岩具有N-MORB特征，将八宿变质杂岩带解体为同卡微陆块和嘉玉桥变质地体。同卡微陆块具有向南西逆冲挤压的造山运动学特征，逆冲挤压带和同卡蛇绿混杂带中糜棱质岩石的云母和角闪石 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 测年获得176–180Ma年龄，从构造变形（变形冷却）和蛇绿岩构造成就位的角度证实区域内发生过早侏罗世构造造山，其初始造山时代应略早于180Ma，嘉玉桥变质地体沿苏如卡-同卡一线与同卡微陆块的碰撞拼贴是造成这期早侏罗世构造事件的原因。侵入同卡蛇绿混杂带中黑云母二长花岗岩体的成岩时代为178–176Ma，为约束同卡微陆块和嘉玉桥变质地体碰撞造山的时限提供了后碰撞岩浆作用的证据。八宿变质杂岩带北东侧西西组糜棱质白云母石英片岩和南西侧嘉玉桥岩群二云母钠长石英片岩分别获得云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 坪年龄240–250Ma和124–128Ma，这些构造年代学资料与中部同卡一线早侏罗世年代学证据（180–175Ma）一起证实了怒江构造带东段不同层级的地质体沿着不同层级的洋盆从北东到南西由三叠纪经早侏罗再到早白垩世连续增生造山的地质演化过程，这与区域上多蛇绿混杂带-多岩浆带的地质构造格局相吻合。这个类似多岛-增生造山的模式表明青藏高原腹地的造山可能是一系列不同规模、不同性质的地质体沿着不同层级的洋盆渐次消减、渐次拼贴的结果，并不一定存在那种古特提斯大洋关闭后中特提斯大洋紧接着打开的过程。



中祁连拉脊山混杂带的岩石组成和增生造山过程（项目负责人：王涛）

拉脊山是否存在着早古生代洋盆，以及古洋盆消减极性和增生造山过程方面存在着较大的分歧；项目主要研究了拉脊山构造带的岩石组成、不同性质的岩石形成环境和时代。在详细地地质调查和研究基础上，查清了拉脊山混杂带主要由基质和岩块，以及侵入于混杂带中的花岗岩组成，其中岩块包括超基性岩、基性岩和中-基性火山岩，灰岩和硅质岩；基质主要由强变形的泥岩和粉砂岩组成。岩石矿物、地球化学、同位素和年代学等研究表明火山岩形成于476~460Ma，具有岛弧型、洋中脊型和洋岛型玄武岩特征；花岗岩为I型花岗岩，形成于438~452Ma。在青石坡组粉砂质板岩中获大量碎屑锆石年龄为 $455 \pm 3\text{Ma}$ ，限定了青石坡组最大沉积时代为晚奥陶纪早期，而非前寒武纪；探讨了拉脊山古洋盆的消减和俯冲增生造山过程。项目中获得的数据和成果，将有助于开展区域大比例尺地质填图和成矿地质背景的调查和研究，为全面地、合理地建立祁连早古生代大地构造演化模式提供重要的资料。


小兴安岭-张广才岭构造带早中生代镁铁质侵入岩岩石成因及地质意义（项目负责人：冯光英）

兴蒙造山带是一个在古生代到中生代期间由多个微陆块拼合而形成的构造堆叠区，先后受到古亚洲洋闭合以及古太平洋俯冲影响，具有复杂的构造演化背景，且在显生宙存在显著的地壳增生。小兴安岭-张广才岭构造带位于兴蒙造山带的中部，本项目以小兴安岭-张广才岭构造带早中生代镁铁质侵入岩为研究对象，通过详细的矿物化学、年代学和地球化学研究（元素和Sr-Nd-Hf-O同位素），查明镁铁质侵入岩的时空分布规律、岩浆演化过程、地幔源区性质、地幔交代作用、岩石成因及构造属性。取得了以下认识和成果：（1）早中生代研究区共存在两期主要的镁铁质岩浆事件，时间分别集中在209~202Ma和188~182Ma；（2）209~202Ma镁铁质岩浆事件空间上沿牡丹江断裂带西缘呈南北向分布，同牡丹江断裂带的空间展布高度耦合，岩浆源区较为富集且富水，受到充分的流体交代，并混入了陆间洋盆的远洋沉积物，该事件形成于牡丹江洋西向俯冲于松嫩-张广才岭地块导致的陆缘弧环境，该研究限定209~202Ma牡丹江洋仍然处于持续俯冲阶段，且俯冲带之上存在弧岩浆岩；（3）188~182Ma镁铁质岩浆事件空间范围较广，大体呈NNE向贯穿小兴安岭-张广才岭以及南部的延吉地区，岩体分为弧岩浆岩和OIB型岩浆岩两种，弧岩浆岩受到明显的流体交代作用的影响，而OIB型岩浆岩没有流体交代的痕迹，两者兼存说明此时为古太平洋俯冲形成的弧后伸展环境的初始阶段，板片后撤导致软流圈侧向上涌，在石榴子石二辉橄榄岩和尖晶石二辉橄榄岩过渡区域形成了OIB型岩浆岩，而俯冲板片熔流体交代上覆地幔楔部分熔融则形成了弧形镁铁质岩浆岩。（4）早侏罗世晚期（~173Ma）花岗闪长岩中幔源暗色包体的形成则表明东北地区此时仍处于古太平洋俯冲导致的弧后伸展环境，幔源岩浆底侵导致下地壳部分熔融形成了寄主花岗闪长岩，同时也证明早中生代东北地区仍然存在地壳增生，而且是垂向增生。

逆冲褶皱系富硅型碳酸盐岩容矿铅锌矿床成因：以伊朗马拉耶尔-伊斯法罕铅锌成矿带为例（项目负责人：刘英超）

本次研究发现，马拉耶尔-伊斯法罕铅锌成矿带内富硅型碳酸盐岩容矿铅锌矿床形成于新生代初期（65Ma左右），发育在阿拉伯板块-欧亚大陆板块碰撞造山阶段，和区域上逆冲-走滑断层等压扭性构造密切相关，受与逆断层相关的次级断层、岩性分界面等要素控制。这套矿床矿种组合以Zn-Pb为主，少量矿区出现Cu。硫化物主体为闪锌矿、方铅矿、黄铁矿，非硫化物以石英、白云石、方解石、重晶石为主。矿化以脉体充填或热液矿物交代充填为主要形式，强硅化和白云石化为主要蚀变特征。成矿流体为低温高盐盆地卤水来源和中温高盐的岩浆水-大气水混合流体来源，生物还原或有机质热还原赋矿碳酸盐岩地层封存水中溶解





的早白垩世海相硫酸盐为主要还原硫来源，成矿金属物质来自于带内经历了“造山”作用的上地壳岩石。总体来看，这套富硅型碳酸盐岩容矿铅锌矿床是一套发育在构造、岩浆活动极为复杂的褶皱逆冲带中的铅锌矿床，其成因类型可归纳为有岩浆作用远程参与的碳酸盐交代类型。这些矿床的成矿过程和其东邻的“三江”成矿带MVT铅锌成矿发育过程有相似之处，但流体来源更为复杂，具体为：斜向碰撞、岩浆作用和压扭性构造发育、盆地卤水和岩浆水迁移——流体汇聚，圈闭、有机质、细菌准备——硫酸盐被还原、还原硫形成，应力松弛——流体排泄，流体混合——金属沉淀，区域富岩浆岩地层准备、成矿流体温度快速下降——富硅矿物组合形成。项目发表论文21篇（SCI论文11篇），培养研究生3名；相关成果首次回答了褶皱带内富硅型碳酸盐岩容矿铅锌矿床的成因，为理解特提斯域巨型碳酸盐岩容矿铅锌成矿带区域成矿规律提供了原创性认识。

榍石(U-Th)/He定年技术研究（项目负责人：陈文）

研究工作取得如下主要成果：（1）建立了单颗粒榍石(U-Th)/He同位素定年实验流程，包括榍石化学消解和质谱测量实验流程及榍石He同位素含量测量实验流程，并用标准榍石样品验证了实验流程的可靠性。（2）测定了不同成因岩石中榍石的He扩散特征参数及He封闭温度。在10°C/Ma冷却速率下，凝灰岩中榍石He封闭温度为173°C（74 μm粒径）和198°C（174 μm粒径），石英闪长岩、钾长花岗岩、片麻岩中榍石He封闭温度分别为188°C、195°C、200°C。（3）获得多项(U-Th)/He低温热年代学示范应用研究成果：厘定了中天山阿吾拉勒地区晚古生代—新生代构造热演化过程，证明该地区在晚古生代—新生代经历了三期快速冷却事件，分别发生在310Ma–230Ma、230Ma–150Ma、40Ma至今，最大隆升高度超过5km；填制出1:5万“内蒙古林西县新民屯地区剥蚀深度图(160Ma以来)”；建立了天山西段构造演化模式：晚古生代发生碰撞造山作用—晚二叠世—三叠纪发生山体垮塌和强烈剥露作用—侏罗纪—早白垩世期间缓慢夷平作用—晚白垩世—始新世山脉再活化；研究证明北方造山带东段的大兴安岭南缘地区在晚侏罗世—早白垩世期间发生了显著的抬升冷却事件；热年代学研究表明南天山地区冷却历史呈现出较大的时空差异，多阶段冷却和剥露事件主要是特提斯构造域多块体碰撞远程效应影响所导致。项目研究成果的科学意义在于有助于解决低温热年代学研究在120°C–180°C“温度窗口”的技术缺失问题，推动低温热年代学研究的进展。

3. 2021年科技部代表性结题项目研究成果

青藏高原碰撞造山成矿系统深部结构与成矿过程（项目负责人：侯增谦）

项目采用地质观测+地球物理探测+岩石探针+同位素填图+数值模拟等综合方法手段，系统揭示了青藏高原正向与斜向碰撞带的岩石圈结构，提出了青藏高原大规模生长与巨厚地壳形成的新机制，深入刻画了两大成矿带的地壳精细结构，揭示了碰撞成矿的深部过程与源-运-储系统，创建三个典型矿床成矿新模型，发展和完善了大陆碰撞带成矿理论；实现了典型矿集区浅部地壳（0–3000m）“透明化”显示，指导和推动了W-Sn-Be等关键金属重大找矿突破。

1. 通过多种地球物理探测技术，系统刻画了青藏高原岩石圈结构，发现印度大陆俯冲板片发生南北向撕裂和差异俯冲，俯冲前缘出现壳幔解耦，地壳终止于雅江缝合线以北约50km，而地幔则向北大规模长距离俯冲至班公-怒江一线，并诱发亚洲软流圈上涌；在高原腹地和东南缘，识别出断续分布、近等间距发育的大型低俗体群，创新提出“地幔通道流”新概念，指出地幔通道流是控制高原大规模生长的深部机制。

2. 通过深地震反射剖面探测结合锆石Hf同位素填图，揭示了冈底斯巨厚地壳的精细结构与物质架构，发现南、中、北拉萨地体具有不同的地震反射特征、Hf同位素组成和岩石化学成分，显示新生地壳、再造地壳与古老地壳空间并置、嵌布发育特征；发现冈底斯碰撞带经历碰撞前碰撞期慢源岩浆底侵与晚碰撞期中下



地壳缩短加厚过程，提出慢源岩浆大规模底侵与地壳构造缩短是导致巨厚地壳形成的关键机制。

3. 通过多学科综合研究，揭示了两大巨型成矿带的关键致矿深部过程，发现不同地壳块体控制不同的成矿区带与金属组合，提出大陆板片俯冲与撕裂、加厚地壳金属预富集过程以及多级岩浆房稳定发育，是正向碰撞带大规模成矿的关键因素；地慢通道流热动力驱动、层圈间物质交换与岩石圈不连续，是斜向碰撞带大规模成矿的关键深部约束；碰撞挤压驱动地壳流体沿深部拆离断裂带侧向迁移和萃取金属，是形成大型铅锌矿的关键。

4. 通过驱龙-甲玛、金顶、哀牢山矿集区综合探测与研究，厘定了碰撞成矿系统的三维结构与成矿源-运-储系统，查明了大陆碰撞成矿系统的发育机制，创建了大陆碰撞型斑岩铜矿、褶冲系MVT铅锌矿以及碰撞造山型金矿成矿新模型，显著区别于国际流行的经典成矿模型。

5. 在扎西康-错那洞矿集区开展了系统的地球物理探测与三维地质建模，实现了矿集区0-3000m“透明化”。预测深部矿体的位置与赋存空间，指导矿区深部及外围W-Sn-Be-Pb-Zn矿实现重大找矿突破。

四、人才与奖励

地质所成果荣获2020年度国土资源科学技术奖二等奖

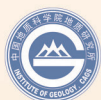
尹继元研究员主持的《中亚造山带晚古生代洋中脊俯冲与斑岩成矿》成果荣获2020年度国土资源科学技术奖二等奖。该成果对中亚造山带西准噶尔的岩浆岩、构造样式和成矿作用开展研究，厘定了洋脊俯冲环境下特殊岩石组合、构造样式和成矿效应，对于识别其它地区可能发生过的洋中脊俯冲及成矿作用具有重要借鉴意义。



地质所两项成果入选2021年度地质科技十大进展

“中国地质调查局、中国地质科学院2021年度地质科技十大进展”评选结果揭晓，地质所领衔完成的两项成果入选，分别是《嫦娥五号玄武岩研究结果表明月球在约二十亿年前仍存在岩浆活动》和《地球物质铅同位素组成与铅原子量修订》。

由刘敦一牵头，车晓超、王晨、龙涛等参加完成的《嫦娥五号玄武岩研究结果表明月球在约二十亿年前仍存在岩浆活动》成果一是证明了月球在19.6亿年前仍存在岩浆活动，二是确认了嫦娥五号玄武岩起源于月球深部，三是修正了国际通用的太阳系岩石质天体表面研究的“遥感陨石坑统计定年曲线”。





Science

REPORTS

Cite as: X. Che et al., *Science*
10.1126/science.abb7957 (2021).

Age and composition of young basalts on the Moon, measured from samples returned by Chang'e-5

Xiaochao Che¹, Alexander Nemchin^{2,3*}, Dunyi Liu^{1,3*}, Tao Long⁴, Chen Wang⁵, Marc D. Norman⁶, Katherine H. Joy⁷, Román Tartese⁸, James Head⁹, Bradley Jolliff¹⁰, Joshua F. Snape¹¹, Clive R. Neal¹², Martin J. Whitehouse¹³, Carolyn Crow¹⁴, Gretchen Benedix¹⁵, Fred Jourdan¹⁶, Zhiqing Yang¹⁷, Chun Yang¹⁸, Jianhui Liu¹⁹, Shilwen Xie²⁰, Zemin Bao²¹, Runlong Fan²², Dapeng Li²³, Zengsheng Li²⁴, Stuart G. Webb²⁵

¹Beijing Sensitive High-Resolution Ion Micro Probe Center, Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China; ²School of Earth and Planetary Sciences, Curtin University, Perth, WA 6845, Australia; ³Shandong Institute of Geological Sciences, Jinan, Shandong 250013, China; ⁴Research School of Earth Sciences, The Australian National University, Canberra ACT 2601, Australia; ⁵Department of Earth and Environmental Sciences, The University of Manchester, Manchester M13 9PL, UK; ⁶Department of Earth, Environmental, and Planetary Sciences, Brown University, Providence, RI 02912, USA; ⁷Department of Earth and Planetary Sciences and The McDonnell Center for the Space Sciences, Washington University in St. Louis, St. Louis, MO 63130, USA; ⁸Department of Civil and Environmental Engineering and Earth Sciences, University of Notre Dame, Notre Dame, IN 46556, USA; ⁹Department of Geosciences, Swedish Museum of Natural History, SE-104 05 Stockholm, Sweden; ¹⁰Department of Geological Sciences, University of Colorado Boulder, Boulder, CO 80309, USA; ¹¹Planetary Science Institute, Tucson, AZ 85719, USA.

*Corresponding author: liudunyi@bjhimp.cn (D.L.); a.nemchin@curtin.edu.au (A.N.)

Orbital data indicate that the youngest volcanic units on the Moon are basalt lavas in Oceanus Procellarum, a region with high levels of the heat-producing elements potassium, thorium, and uranium. The Chang'e-5 mission collected samples of these young lunar basalts and returned them to Earth for laboratory analysis. We measure an age of 1963 ± 57 Ma for these lavas and determine their chemical and mineralogical compositions. This age constrains the lunar impact chronology of the inner Solar System and the thermal evolution of the Moon. There is no evidence for high concentrations of heat-producing elements in the deep mantle of the Moon that generated these lavas, so alternate explanations are required for the longevity of lunar magmatism.

由朱祥坤牵头，Jacuelline Benefield, Tyler Coplen, 高兆富等参加完成的《地球物质铅同位素组成与铅原子量修订》成果（一）在样品分类基础上，对每类样品铅同位素数据进行了统计分析，厘定了每类样品的铅同位素组成的变化范围；（二）通过计算每件样品的铅元素原子量，厘定了每类样品的铅原子量的最小值和最大值；（三）在对所有样品计算结果的分析基础上，确定了铅原子量的最小值是 206.1462 ± 0.0028 ，最大值为 207.9351 ± 0.0005 ；（四）首次明确提出铅原子量不是常数，厘定了普通地球样品铅原子量的变化区间，并给出了用于教学等目的的铅原子量值。（五）依据该研究成果，根据国际纯粹与应用化学联合会授权，国际同位素丰度与原子量委员会（CIAAW）发布公告，宣布铅原子量由原来的 207.2 ± 0.1 ，修改为区间值 $[206.14, 207.94]$ 。



IUPAC INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY

WHO WE ARE WHAT WE DO EVENTS PROJECTS NEWS

RECENT POSTS

- eTOC 'Chemistry International' – July-Sep 2022
- IUPAC2023 Focus Sessions
- IUPAC Centenary Endowment Board – Call for members
- eTOC Alert: Pure and Applied Chemistry – May 2022
- IUPAC celebrates IYBSSD2022

CATEGORIES

- RECENT RELEASES
- FOR PUBLIC REVIEW
- UPCOMING DEADLINES
- AWARDS & PRIZES
- GRANTS

STANDARD ATOMIC WEIGHT OF LEAD REVISED

6 May 2021

Following the recent publication of the IUPAC Technical Report on the variation of lead isotopic composition and atomic weight in terrestrial materials [1], the IUPAC Commission on Isotopic Abundances and Atomic Weights (CIAAW) is recommending changes to the standard atomic weight (*i.e.* relative atomic mass) of lead:

lead: to $[206.14, 207.94]$ from 207.2 ± 0.1

The assignment of an interval for the new standard atomic weight reflects the common occurrence of variations in the atomic weights of lead in normal terrestrial materials which have been known for over a century [2]. If a single atomic-weight value is needed, the Commission recommends using 207.2 ± 1.1 , which corresponds to the common lead with a symmetric uncertainty covering normal materials.

The isotopic composition and atomic weight of lead are variable in terrestrial materials because its three heaviest stable isotopes are stable end-products of the radioactive decay of uranium (^{238}U to ^{206}Pb and ^{235}U to ^{207}Pb) and thorium (^{232}Th to ^{208}Pb). These variations in isotope ratios and atomic weights provide useful

9月30日，地质所首位外籍“黄汲清青年人才”、自然资源部大陆动力学重点实验室研究员Marie-Luce Chevalier（中文名：马晓丽）喜获中国政府友谊奖，成为地质所第五位获此殊荣的外籍专家。

马晓丽，1979年生人，比利时和法国双重国籍，国际活动构造与构造地貌学专家。2010年作为“黄汲清青年人才”在中国地质科学院地质研究所全职工作，并于2017年获得研究生导师资格，培养博士研究生4名、硕士研究生1名。她扎根中国12年，长期致力于青藏高原活动构造、地震危险性和古气候变化等方面研究工作，以第一作者和通讯作者在*Science*、*Earth and Planetary Science Letters*等国际顶级期刊发表论文





20篇，2020年获中国地质学会“第十届黄汲清青年地质科学技术奖”。她主持中法、中比等国家自然科学基金委重点国际合作研究项目，直接推动了中美、中德、中法和中比等在地学方面的双边和多边合作研究，为我国建立活动断裂与地震灾害评价体系，以及西南地区和川藏铁路建设沿线的地震危险性评价、预测提供了重要技术支持，并为推动青藏高原活动构造和大型断裂带等领域的地质科学理论和认识发展做出了重要贡献。她联系引入多位法国著名构造学家参与中国青藏高原地震灾害评价，并帮助中国学者和学生前往法国里昂大学、格勒诺布尔-阿尔卑斯大学以及斯特拉斯堡地球物理研究所等开展交流深造，为中法两国科研学术交流搭建了友谊桥梁。

8月18日，国家自然科学基金委公布了2021年度国家杰出青年科学基金（“杰青”）资助名单，宋玉财研究员榜上有名。这是我所继2018年获得1项“杰青”资助之后取得的又一突破。

宋玉财，地质所能源资源地质研究中心研究员、博士生导师，主要从事沉积岩容矿铅锌矿床研究。主攻青藏高原和伊朗高原的密西西比河谷型（MVT）铅锌成矿作用，证明了大陆碰撞褶皱带是全球MVT铅锌矿床的重要成矿环境，识别出盐底辟构造是MVT铅锌矿床一类重要储矿构造，构建了褶皱带MVT铅锌成矿新模型，突破了经典的前陆环境MVT成矿理论；合作提出“三江”北段大陆碰撞褶皱带而非前陆带是找矿主攻部位，扭转了当时找矿方向，揭示多才玛矿床控矿规律，组织实施地球物理测量并预测深部主矿体，共同提出验证钻探工程布署，取得重大找矿突破，使多才玛一举成为特大型矿床，目前该矿价值千亿元。宋玉财早期工作包括提出了迭代法计算NaCl-H₂O-CO₂体系流体包裹体密度和组分组成，破解了三元体系流体包裹体组分计算难题；与合作者创建了一种新的人工合成流体包裹体技术——焊封毛细硅管合成流体包裹体技术。他先后主持国家自然科学基金重点和面上项目、国家“973”和重点研发计划专题、地质大调查等专项项目，2016年获国土资源科技奖一等奖（R3/15），在EG、EG *Special Publication*、MD等国内外重要地学期刊上发表论文80余篇。目前担任国际矿床地质学会（SGA）亚洲区主席、中国地质学会区域地质与成矿专业委员会副秘书长、《矿床地质》编委、*Science Bulletin*特邀编委等职，是科技部重点领域创新团队“大陆碰撞成矿作用创新团队”核心成员。



11月5日，自然资源部公布了2021年自然资源部高层次科技创新人才工程入选人才和团队名单,我所2人入选第二人才梯队、4人被评为科技领军人才、9人被评为青年科技人才、1个研究团队被评为科技创新团队。

地质所入选人才工程名单

序号	姓名/团队名称	人才类型
1	李海兵	第二梯队人才
2	宋玉财	第二梯队人才
3	卢占武	科技领军人才
4	石玉若	科技领军人才
5	张洪瑞	科技领军人才
6	张 进	科技领军人才
7	董汉文	青年科技人才
8	胡培远	青年科技人才
9	刘平华	青年科技人才
10	龙 涛	青年科技人才
11	孙 剑	青年科技人才
12	田忠华	青年科技人才
13	熊发挥	青年科技人才
14	杨 彝	青年科技人才
15	尹继元	青年科技人才
16	闫臻/沉积大地构造与复合造山研究团队	科技创新团队

中国地质调查局2021年度全国区域调查优秀图幅展评，我所获1幅卓越图幅，2幅优秀图幅。



卓越图幅：《鲜水河断裂带折多山-康定段1:5万活动断层专题地质图》

主要完成人：潘家伟、李海兵、马晓丽、孙知明、刘栋梁



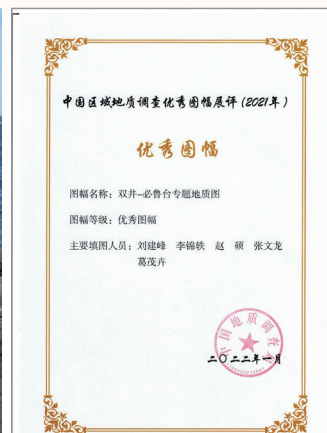


优秀图幅：《柴北缘托莫尔日特混杂带专题地质图》

主要完成人：付长垒、闫臻、陈雷、李隽辉、李五福

优秀图幅：《双井-必鲁台专题地质图》

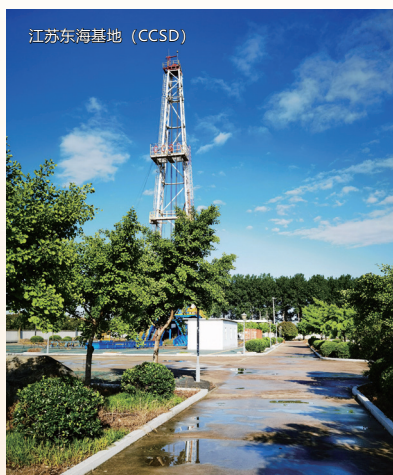
主要完成人：刘建峰、李锦轶、赵硕、张文龙、葛茂卉



五、科技创新平台

地质所正式获批建设国家野外科学观测研究站

10月11日，科技部发布了批准建设69个国家野外科学观测研究站的通知，地质所“江苏东海大陆深孔地壳活动国家野外科学观测研究站”位列其中，这是我所获批的第一个国家野外科学观测研究站，也是自然资源部同时获批的五个国家野外站之一。



地质所重大科研基础设施和大型科研仪器开放共享获科技部财政部2021年考评“优秀”

12月2日，科技部办公厅、财政部办公厅联合发布《2021年中央级高校和科研院所等单位重大科研基础设施和大型科研仪器开放共享评价考核结果的通知》。全国共有25个部门346家单位参加评价考核，涉及原值50万元以上科研仪器共计4.2万台（套）。包括地质所在内的50家单位本年度考评获得优秀，这是我所连续第三年获评优秀。

截止2021年底，地质所单价50万元以上的大型科研仪器共65台套，原值15279万元。其中岩矿分析、元素、同位素分析仪器24台，各类显微镜6台，地球物理设备12台，其他仪器23台；能提供Ar-Ar定年、ICPMS激光U-Pb测年、电子探针及微区分析、离子探针U-Pb测年、镁铁（Mg F）等非传统同位素测定、锶钕铅（ $^{87}\text{Sr}/^{137}\text{Nd}$ ）同位素测定、铀-钍/氦（U-Th)/He定年等服务。地质所大型仪器分别放置在地质所百万庄本部、北清路京区基地、离子探针中心，优先满足所内测试需求，保障所年度重点工作完成，同时积极开展对外开放共享，促进所内外的合作研究和学术交流。

地质所部分原值50万元以上大型仪器对外服务名录

序号	仪器名称	规格型号	联系人	联系方式
1	热电离质谱仪	MAT262	潘辰旭	010-68999755
2	高灵敏度、高分辨率二次离子探针质谱计	SHRIMP-II	王 晨	010-56833555
3	多接收电感耦合等离子体质谱仪	NU PLASMA HR	李志红	010-68995979
4	稀有气体质谱仪	Helix MC	张彦	010-68999758
5	电子探针	JXA-8100	毛小红	010-68995044
6	三维激光扫描仪	VZ-1000	潘家伟	010-68992879
7	裂变径迹分析系统	M2m	刘栋梁	010-68990664
8	氦同位素定年四极质谱仪	Alphachron MKII	孙敬博	010-68999819
9	激光剥蚀多接收等离子体质谱仪	neptune plus	牛晓露	010-68990674
10	岩石组构分析仪	Quanta 450 FEG	梁凤华	010-68995044
11	扫描电镜-阴极光系统	Nova NanoSEM 450	徐向珍	010-68990674
12	高分辨阴极发光组合仪	ULTRA plus	王 舫	wangfang_mr@163.com
13	高分辨激光显微共焦拉曼光谱仪	LabRAM HR Evolution	王 晨	010-56833555
14	傅里叶红外光谱仪	VERTEX 70v	冯光英	010-68990674
15	扫描电镜	EVO 18	张 进	zhangjinem@sina.com
16	热场发射扫描电子显微镜	MERLIN COMPACT	车晓超	010-56833633
17	碳氮元素同位素分析系统	IsoPrime100	王 永	010-68999683



18	单个包裹体/矿物微区成分分析系统	7900ICPMS+nwr-193UC	杨志明	010-68992350
19	热电离质谱仪	TIMS	李世珍	010-68995979
20	电子-离子双射束	Versa 3D LoVac	熊发挥	xiongfahui@126.com
21	瞬变电磁仪	V8	杨志明	010-68992350
22	高精度重力仪	CG-5	于常青	010-68997371
23	高分辨率3D计算机断层扫描系统	X-TEK XTH225ST	陈寿铭	ming1003@163.com
24	高分辨显微透射拉曼光谱仪	HR Evolution	张聪	congzhang@pku.edu.cn
25	多接收器电感耦合等离子体质谱仪	Nu plasma II	朱志勇	010-68999755
26	集成矿物分析仪	TIMA3-X LMH	董昕	010-68999744
27	离子探针质谱仪	SHRIMP IIe-MC	王晨	010-56833555

六、国际合作与学术交流

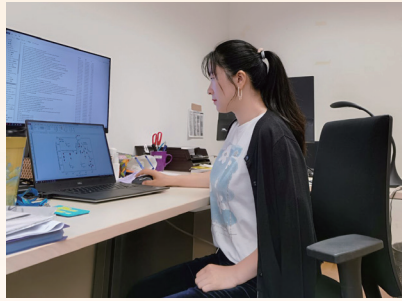
1. 参加国际会议

第八届太阳系物质专题研讨会-“隼鸟计划2021”于2021年11月15-18日在线召开，我所刘敦一研究员、车晓超副研究员受邀参加会议，并做口头报告“月球年轻玄武岩-来自嫦娥样品CE5C0000YJYX03501GP铅-铅年代学的约束”。



2. 出访

王焕副研究员访问意大利帕多瓦大学进行合作研究。应构造地质学全职教授Giulio Di Toro（同时也是欧洲科学院成员）的邀请，王焕博士自2021年10月24日起访问巴多瓦大学，对地震断层作用的力学进行合作研究，这项研究也与2008年汶川Mw7.9地震有关。



朱志才博士，通过博士后国际交流计划派出项目，于2021年3月前往英国布里斯托尔大学进行博士后合作研究。其在合作导师柳永清研究员（地科院地质所）、Michael J. Benton教授（布里斯托尔大学）及Andrew J.

Newell博士（英国伦敦地质调查局）的共同指导下，主要研究华北鄂尔多斯东缘二叠纪-三叠纪过渡期陆相沉积环境演化及古气候变化。该研究对更好地理解生物演化与环境变化之间的关系具有重要意义。

受国家留学基金委资助，18级博士生滕霞在德国哥廷根大学访学一年。应变质岩石学教授Thomas Müller的邀请，滕霞自2021年8月29日起在哥廷根大学交流学习，正在通过实验岩石学方法对高级变质岩中的反应结构形成机制进行研究。



3. 邀请外国专家报告

张泽明研究员11月9日邀请美国Matthew J. Kohn教授顺访来我所作题为“Long-lived (>20Ma) partial melts in the Greater Himalaya - evidence and geodynamic implications”的学术讲座，讲座以线上和线下两种方式结合进行，现场讨论热烈，得到了很好的反响。



议由侯增谦院士主持，所长肖桂义参加。

报告内容丰富、精彩纷呈，使地质学家们从不同角度和层面进一步了解了碳中和、碳循环与海洋碳汇等，与会专家深受启发、受益匪浅。在提问环节，参会人员与戴院士进行了热烈而深入的研讨。本次会议采用现场与线上视频会议相结合的方式进行，现场参加人员100余人，线上参会人员370余人。

2.地学科普

2021年，地质所被地质学会评为“地学科普研学基地(营地)”。

科普活动

地质所专家开展科普讲座、研学实践等各种类型科普活动19项，线下科普受众3500人左右，直播科普受众广泛。



《沧海桑田—海陆变迁》科普讲座

5月25日，李廷栋院士与刘勇博士应邀前往北京市海淀区中关村二小百旺校区开展了地质学科普讲座，为全校一年级560多名师生带去了一场展示大自然海陆变迁和演化过程的知识盛宴。

《黄土和石头—地质之美》科普讲座

6月8日，苏德辰研究员为延安实验小学约300名师生做地质科普讲座：黄土和石头—地质之美。



中国科技馆“云享科学”系列活动

中科院云讲堂

【中科院大讲堂直播讲座】
《地质学到底有什么用？》
时间：2021年10月1日（周五）10:00-11:30
题目：《地质学到底有什么用？》
系列：好奇心想象力系列讲座
嘉宾：董汉文（中国地质科学院地质研究所，博士、副研究员）

《地质学到底有什么用？》中科院大讲堂直播讲座

董汉文副研究员应中国科技馆大讲堂邀请，作了题为《地质学到底有什么用？》直播讲座，报告内容包括五大主题：地球的简介、有趣的矿物、会说话的石头、典型地质现象和地质之美。在线观看人数近3000人次。



3.其他重要活动

组织并顺利通过2021年度中央级科研事业单位绩效评价

11月初,地质所被选为2021年度中央级科研事业单位绩效评价单位。11月16日,通过部、局组织的绩效指标专家评审。12月2日,通过自然资源部第三方评价并上报科技部。12月23日,顺利通过科技部绩效评价。



地质所在地调局2021年度直属单位科技创新目标责任考核中获优秀

2022年1月,地调局下发了2021年度直属单位科技创新目标责任考核结果的通知,地质所与其他5家单位考核等次为“优秀”。

与西藏自治区自然资源厅签署战略合作协议

9月26日,中国地质科学院地质研究所所长肖桂义带队赴西藏自然资源厅走访调研并签订战略合作协议。

此次战略合作协议的签订将推动双方合作友谊更深厚、合作基础更坚实,具有划时代意义。双方将在战略合作协议的基础上,遵循“优势互补、合作共赢、协同发展”的原则,坚持需求导向,加强沟通交流,务实推进业务合作,共同开创西藏自然资源事业新局面。



地质所获第五届全国青年地质大会优秀组织奖



7月,中国地质学会青年工作委员会(简称“青工委”)发起的第五届全国青年地质大会在贵阳举办。地质所多名青年科学家积极参与组织,得到了青工委的认可与肯定,荣获“第五届全国青年地质大会优秀组织奖”,董汉文副研究员代表地质所上台领奖。



八、研究生教育

2021年地质所共有15名博士研究生、18名硕士研究生顺利毕业并取得学位。毕业生中涌现出了一批优秀学子，其中作为项目骨干共参加我所76个科研项目，以第一作者共发表论文73篇，其中英文SCI 33篇、中文SCI 13篇、EI 13篇、核心14篇；2人获得国家留学基金委资助。



为毕业生制作毕业纪念视频，展示毕业生个人照及毕业寄语

大学生夏令营活动

7月13日-20日，我所组织开展了第三届优秀大学生龙门山地质夏令营。来自中国地质大学（北京）、吉林大学、中国海洋大学、河海大学等17所国内高校的22名地质类专业优秀大学生参加本次夏令营。在8天的行程中，营员们考察了2008年汶川地震产生的地表断裂、地质灾害和地震遗迹等，并参观汶川地震断裂带科学钻探野外监测基地、红色爱国教育基地。此次活动激发了学生探索地球科学的兴趣和爱国主义情怀。



研究生野外考察暨五四青年节红色教育活动

5月10日至11日，人事教育处组织硕博研究生赴密云云蒙山地区开展野外考察并参观了白乙化烈士纪念馆，所党委书记徐勇和郭磊副研究员等带队参加了此次活动。通过本次活活动，提高了我所研究生野外工作实践能力，拓宽研究生知识面，增进学生之间的交流，进一步传承了五四爱国主义情怀。



附表1-1 2021年度国家自然科学基金在研项目

序号	负责人	项目名称	起止年限	邮箱地址
国家杰出青年基金				
1	杨志明	矿床学	2019-2023	zm.yang@hotmail.com
2	宋玉财	密西西比河谷型 (MVT) 铅锌成矿作用	2022-2026	song_yucaai@aliyun.com
优秀青年基金				
1	刘 琰	碳酸岩型稀土矿床成因	2020-2022	ly@cags.ac.cn
2	刘英超	矿床学	2020-2022	lychappy@126.com
重点项目				
1	金小赤	东特提斯二叠-三叠纪古地理解析: 滇藏地区的古生物学、沉积学和古地磁学证据	2017-2021	jinxchi@cags.ac.cn
2	张建新	连接变质作用与造山作用: 来自青藏高原东北缘早古生代造山系的启示	2017-2021	zjx66@yeah.net
3	王 涛	中亚造山带最大年轻地壳区深部新老物质组成架构与成因初探	2019-2023	taowang@cags.ac.cn
4	李海兵	龙门山断裂带中地震破裂传播机制	2019-2023	lihaibing06@163.com
5	陈 文	高效高精度高分辨激光显微探针稀有气体同位素微区原位分析系统研制	2022-2026	chenwenf@vip.sina.com
6	万渝生	中国最古老陆壳的形成和演化	2022-2026	wanyusheng@bjshrimp.cn
国际 (地区) 合作与交流项目				
1	杨经绥	大洋地幔橄榄岩-铬铁矿中的金刚石和深地幔再循环的全球蛇绿岩记录	2018-2022	yangjsui@cags.ac.cn
2	Marie-Luce Chevalier	中亚和中国两大走滑断层的构造地貌与地质灾害效应研究	2020-2022	mlchevalier@hotmail.com
3	Marie-Luce Chevalier	鲜水河断裂带运动学特征的时空变化及地震危险性评估	2021-2025	mlchevalier@hotmail.com
4	李 舫	增生造山带的大陆地壳演化: 中亚造山带和阿拉伯-努比亚地盾后增生岩浆作用的成因及意义	2021-2024	lishan428@163.com
重大计划项目				
1	刘福来	古特提斯-新特提斯复杂演变过程中多期变质事件的性质及其对洋 (陆)-陆碰撞造山的制约	2019-2022	lfl0225@sina.com
2	张泽明	冈底斯岩浆弧东段的变质-深熔-岩浆作用: 大陆地壳的生长与再造	2019-2022	zzm2111@sina.com
3	宋玉财	陆-陆碰撞褶皱逆冲带内MVT铅锌成矿作用: 青藏高原与扎格罗斯造山带对比研究	2019-2022	song_yucaai@aliyun.com
4	杨志明	后碰撞环境斑岩铜矿的形成机制: 以西藏冈底斯带为例	2020-2023	zm.yang@hotmail.com
5	李秋生	南岭-武夷转换带壳幔相互作用与钨成矿深部背景	2020-2022	lqs1958@163.com
6	卢占武	藏南错那洞穹隆及邻区岩石圈结构与铍锡钨多金属矿产形成的深部背景研究	2020-2022	luzhanwu78@163.com



7	张洪瑞	滇西兰坪—思茅钴矿带钴富集过程与就位机制	2020-2022	hongrui_1982@126.com
8	曾令森	喜马拉雅造山带中生代岩浆作用与印度大陆北缘构造动力学过程	2021-2024	zenglingsen@cags.ac.cn
9	杨天南	定量、半定量重建扎格斯造山带的新特提斯洋-陆俯冲过程	2021-2024	yangtn@cags.ac.cn
10	潘小菲	华南超大型W-Cu矿床成因研究：以朱溪和大湖塘矿床为例	2021-2023	pan_smile0551@sina.com
11	刘福来	复合造山带多期重大变质-构造变形事件的性质对关键金属钴迁移-超常富集成矿过程的制约	2021-2024	lfl0225@sina.com
12	金小赤	滇西与东南亚诸构造单元晚古生代沉积和生物记录的对比研究：古特提斯演化关键过程的精细追索	2022-2025	jinxchi@cags.ac.cn
13	杨志明	特提斯演化的资源效应	2022-2025	zm.yang@hotmail.com
14	王 涛	中国花岗岩与关键金属矿床编图	2022-2025	taowang@cags.ac.cn
15	刘 琰	稀土在碳酸岩岩浆源区的富集及其动力学背景	2022-2025	ly@cags.ac.cn
16	朱祥坤	战略研究类：金属稳定同位素地球化学发展战略研究	2022-01/2022-12	xiangkun@cags.ac.cn
面上项目				
1	刘 琰	地幔交代和流体出溶对牦牛坪超大型REE矿床的控制作用	2018-2021	ly@cags.ac.cn
2	贺振宇	东疆星星峡地区淡色花岗岩的成因及其蕴含的古老地壳组成信息	2018-2021	hzy@cags.ac.cn
3	张洪瑞	兰坪盆地新生代构造变形及其对铅锌铜成矿的控制	2018-2021	hongrui_1982@126.com
4	贾建亮	白垩纪湖泊细粒沉积中有机碳埋藏效率与机制：来自缺氧背景下矿物表面保存的研究	2018-2021	jiajl0228@163.com
5	苏德辰	华北克拉通中-新元古代古地震记录及多期裂解事件	2018-2021	sudechen@163.com
6	杜利林	华北克拉通中部阜平杂岩中2.7Ga与2.1-2.0Ga岩浆事件及其地质意义	2018-2021	dulilin7310@cags.ac.cn
7	王 舫	扬子板块西南缘变质杂岩的多期变质作用及年代格架	2018-2021	wangfang_mr@163.com
8	王 伟	华北克拉通东部新太古代深熔作用及其地质意义	2018-2021	wuchangyuww@sina.com
9	刘建辉	胶-辽-吉古元古构造带宽甸地区多期岩浆事件、“上覆”变质火山-沉积岩系的属性及其对构造背景的制约	2018-2021	liujianhui1999@163.com
10	李化启	藏东八宿变质杂岩带：对怒江构造带中东段早侏罗世弧-陆造山的启示	2018-2021	muzi_7540@163.com
11	李 源	西藏日喀则蛇绿岩构造变形变质序列的研究及对新特提斯洋演化的意义	2018-2021	liyuan@cags@126.com
12	李 舫	苏门答腊（印度尼西亚）中部三叠纪花岗岩成因及其对认识古特提斯南缘大陆地壳形成与演化的制约	2018-2021	lishan428@163.com
13	王 涛	中祁连拉脊山混杂带的岩石组成和增生造山过程	2018-2021	real_wt@126.com
14	孙 剑	洋壳物质再循环与稀土成矿作用：多元同位素体系制约	2018-2021	sunjiantc@163.com
15	冯光英	小兴安岭-张广才岭构造带早中生代镁铁质侵入岩岩石成因及地质意义	2018-2021	fengguangying198@163.com
16	刘英超	逆冲褶皱系富硅型碳酸盐岩容矿铅锌矿床成因：以伊朗马拉耶尔-伊斯法罕铅锌成矿带为例	2018-2021	lychappy@126.com



17	宋玉财	伊朗Mehdiabad超大型铅锌矿床的巨量重晶石成因与金属富集机制	2018-2021	song_yucai@aliyun.com
18	陈文	楣石(U-Th)/He定年技术研究	2018-2021	chenwenf@vip.sina.com
19	张洪双	华南东部岩石圈几何结构与伸展机制研究——密集宽频带地震台阵数据接收函数分析	2018-2021	zhs1981@126.com
20	王旭日	中国东北大兴安岭地区热河生物群鸟类化石新发现及其古地理意义	2019-2022	wang198109@163.com
21	刘鹏举	扬子板块早寒武世微体生物群特征及其生物地层学意义	2019-2022	pengju@cags.ac.cn
22	姬书安	内蒙古阿拉善地区晚白垩世原角龙类动物群研究	2019-2022	jishu_an@sina.com
23	黄浩	滇西昌宁-孟连带石炭-二叠纪笔筒类之生物地层与古地理分析	2019-2022	geohaohuang@gmail.com
24	张泽明	喜马拉雅造山带东段的高级变质作用与部分熔融	2019-2022	zzm2111@sina.com
25	申婷婷	西南天山超深蛇纹岩和其包裹的榴辉岩岩石学及其折返机制研究	2019-2022	ttshen@pku.edu.cn
26	田作林	班公湖-怒江缝合带中东段微陆块高压变质作用与碰撞造山过程	2019-2022	zuolintian@163.com
27	董昕	喜马拉雅造山带亚东地区基性岩的变质作用与部分熔融	2019-2022	dongxin5811935@163.com
28	吴才来	南阿尔金地区古生代花岗岩成因及其大陆动力学意义	2019-2022	wucailai@126.com
29	何碧竹	阿尔金中北部中-晚奥陶世古地理演化研究	2019-2022	hebizhu@cags.ac.cn
30	孟恩	吉南新太古代岩浆事件及成因: 对克拉通早期地壳演化的制约	2019-2022	mengen0416@126.com
31	蔡佳	华北克拉通南缘蚌埠地区高压基性麻粒岩变质演化的相平衡模拟及成因机制研究	2019-2022	caijia91052@126.com
32	颀颀强	冀东地区新太古代和古元古代两期构造热事件及其地质意义	2019-2022	rock@bjshrimp.cn
33	石玉若	腾冲新生代火山岩年代学、岩浆源区特征及其成因探讨	2019-2022	shiyuruo@bjshrimp.cn
34	司家亮	地震断层新标志的识别及其对地震断层活动的指示意义	2019-2022	gongrenbaqin@126.com
35	刘栋梁	帕米尔和西南天山碰撞对接过程的古地磁记录	2019-2022	pillar131@163.com
36	曹汇	显微分析与宏观构造的对应-薄片原位独居石LASS和石榴石微钻取样精细构造年代学研究	2019-2022	caohuicugh@hotmail.com
37	胡培远	西藏仁错地区新元古代构造岩浆事件对拉萨地块起源的约束	2019-2022	azure_jlu@126.com
38	闫臻	拉脊山增生楔结构、组成与古洋盆重建研究	2019-2022	yanzhen@mail.iggcas.ac.cn
39	高利娥	喜马拉雅造山带地壳物质部分熔融中放射性同位素行为的研究	2019-2022	liegao09@163.com
40	朱祥坤	全球大规模条带状铁建造十八亿年前终结的关键控制因素	2019-2022	xiangkun@cags.ac.cn
41	潘小菲	江西朱溪特大砂卡岩型W-Cu矿床流体成矿作用研究	2019-2022	pan_smile0551@sina.com
42	尹继元	西天山晚古生代以来的抬升-剥露过程: 来自多种热年代学方法的约束	2019-2022	yinjiyuan1983@163.com
43	杨犇	川南地区寒武纪早期小壳化石系统分类学与生物地层学	2020-2023	benyang@cags.ac.cn



44	武桂春	班公湖-怒江断裂带西段三叠纪牙形石生物地层学研究	2020-2023	1874267892@qq.com
45	张 聪	拉萨地块松多古特提斯(超)高压俯冲带的变质地质学研究及其对新特提斯洋开启的制约	2020-2023	congzhang@pku.edu.cn
46	向 华	含钛矿物的活度模型及Ti等值线温压计研究	2020-2023	xianghua2710@gmail.com
47	寇彩化	江南造山带西段新元古代基性-超基性岩的岩石成因:单矿物原位微区的约束	2020-2023	caihuakou@163.com
48	刘守偈	南非林波波带中部带多期高级变质作用的P-T-t厘定及叠加特征研究	2020-2023	sjliu@bjshrimp.cn
49	刘平华	薄片原位独居石LASS与石榴子石微钻取样精细年代学研究:以华北弓长岭和孟家屯新太古代变质表壳岩为例	2020-2023	lph1213@126.com
50	张 进	阿拉善北部蛇绿混杂岩形成机制、变形过程与构造环境	2020-2023	zhangjinem@sina.com
51	郭 磊	东北亚地区早白垩世不对称花岗岩穹隆群的形成机制及其对伸展过程的制约	2020-2023	guolei_cn@sina.com
52	王 焕	龙门山断裂带假玄武玻璃物理-化学性质及其孕震区地震破裂机制	2020-2023	wanghuan4585@126.com
53	李 津	镉同位素在成冰纪(南华纪)间冰期初级生产力重建中的应用研究	2020-2023	lijin80119@hotmail.com
54	柴 鹏	吉林延吉地区闹枝中硫化型浅成低温热液金-多金属矿床成矿过程精细刻画	2020-2023	cx001chaipeng@163.com
55	李素萍	早期被子植物花粉形态及辐射演化研究——以中国东北和葡萄牙地区对比研究为例	2021-2024	lisuping@cags.ac.cn
56	宗 普	泥盆纪末Hangenberg事件对腕足动物群的影响:以西准噶尔和华南为例	2021-2024	zongpu0501@163.com
57	姚建新	中国西南地区中三叠统安尼阶界线层型研究	2021-2024	yaojianxin@cags.ac.cn
58	孟繁聪	东昆仑清水泉蛇纹岩中含石墨变基性岩的成因	2021-2024	mengfancong@yeah.net
59	柳永清	暖温冰川沉积学解剖:以新疆阿克苏成冰纪尤尔美那克组冰川为例	2021-2024	liuyongqing@cags.ac.cn
60	王 丹	内蒙固阳太古宙超镁铁质岩的成因研究:对地球早期地幔性质及构造体制的启示	2021-2024	wangd221@gmail.com
61	周喜文	吉南夹皮沟地区太古宙表壳岩的变质演化与成因研究	2021-2024	xwzhou@cags.ac.cn
62	张颖慧	Trans-Hudson造山带西缘古元古代变质深熔作用和演化研究	2021-2024	yhzhang@sina.cn
63	张建新	西秦岭北部韧性剪切带的变质-变形互馈及对造山作用的启示	2021-2024	zjx66@yeah.net
64	郑 勇	龙门山的逆冲-推覆和隆升:来自于山前飞来峰的年代制约	2021-2024	zygeology@163.com
65	赵 磊	新疆西准噶尔北部海山的成因及其构造意义	2021-2024	360359537@qq.com
66	付长奎	拉脊山古洋盆初始俯冲的地质记录和时限研究	2021-2024	changlei.fu@cags.ac.cn
67	翟庆国	藏北湖区蛇绿岩对班公湖-怒江洋盆演化的制约	2021-2024	zhaiqingguo@126.com
68	朱志勇	钾长石与花岗质熔体钼同位素分馏系数的标定	2021-2024	zhiyong_zhu@cags.ac.cn
69	张智宇	江西大湖塘超大型钨矿流体成矿作用精细研究:以大岭上矿区为例	2021-2024	zhangzhiyu@cags.ac.cn
70	王海燕	中亚造山带东段构造变形与缝合样式	2021-2024	hyanwhy@126.com



71	唐 烽	云南东部前寒武纪末期江川生物群及地层对比研究	2022-2025	523734337@qq.com
72	金小赤	滇西昌宁-孟连带二叠系碎屑岩地层的梳理及沉积-构造环境分析	2022-2025	jinxchi@cags.ac.cn
73	向 华	大洋俯冲带氧逸度和流体组成演化的热力学相平衡模	2022-2025	xianghua2710@gmail.com
74	熊发挥	阿尔巴尼亚布尔齐泽铬铁矿中不同类型矿物包裹体的氧逸度特征及指示意义	2022-2025	283459354@qq.com
75	贺振宇	酸性火山岩的成分分层与地壳岩浆系统演化	2022-2025	hzy@cags.ac.cn
76	刘建辉	海阳所杂岩古太古代-新太古代花岗质(TTG)片麻岩的早期陆壳形成演化记录	2022-2025	liujianhui1999@163.com
77	王 舫	越南西北部古特提斯造山带中前寒武纪基底残片记录的多期变质-岩浆事件及其构造演化	2022-2025	wangfang_mr@cags.ac.
78	刘超辉	华北克拉通中部造山带古元古代早期基性岩浆作用对早期板块构造起始时间的制约	2022-2025	denverliu82@gmail.com
79	田忠华	北苏鲁威海-乳山地区中元古代14亿年构造热事件的性质及其对哥伦比亚超大陆裂解后增生造山过程的制约	2022-2025	tianzhonghua@cags.ac.cn
80	董汉文	喜马拉雅东构造结多雄拉穹窿变质-深熔岩石流变研究	2022-2025	donghanwen123@126.com
81	张 蕾	龙门山灌县-安县断裂带不同滑移行为环境的岩石磁学研究	2022-2025	zhanglei881102@126.com
82	蔡志慧	慕士塔格-公格尔片麻岩穹窿形成过程研究:对帕米尔高原生长的启示	2022-2025	cai-zhihui@hotmail.com
83	黄 河	塔里木北缘碱性花岗质岩浆-热液体系中氟的演化及其对稀有金属富集的制约机理	2022-2025	huanghe@cags.ac.cn
84	薛 帅	北喜马拉雅雅拉香波和错那洞穹窿深部三维电性结构及其形成机制研究	2022-2025	xueshuai1211@163.com
85	张洪双	青藏高原东南缘岩石圈垂向分层结构与变形方式研究	2022-2025	zhs1981@126.com
86	于常青	龙门山断裂带深部结构与断裂剪切带变化特征	2022-2025	geoyucq@hotmail.com
87	李文辉	青藏高原中南部挤压-伸展构造交汇区地壳精细结构及变形耦合关系	2022-2025	derelee1984@126.com
88	郑洪伟	大陆碰撞斑岩铜矿带的深部壳幔结构:冈底斯成矿带与玉龙成矿带对比研究	2022-2025	zhenghongwei004@sina.com
青年基金				
1	赵 硕	小兴安岭西北部晚古生代火山-沉积建造与物源:对黑河-嫩江缝合带闭合时限的制约	2019-2021	zhaoshuo@cags.ac.cn
2	张建军	阿尔泰造山带东南缘昆格依特花岗岩Nd-Hf同位素解耦成因及物源示踪意义	2019-2021	jianjunzhang@live.cn
3	张 蕾	龙门山构造带中假玄武玻璃形成深度的岩石磁学约束	2019-2021	zhanglei881102@126.com
4	朱俊宾	内蒙古林西地区三叠系沉积序列及其构造意义	2019-2021	zhujunbin0819@163.com
5	朱志勇	福建马坑铁矿的成因及其与高硅花岗岩的关系——来自铁同位素的制约	2019-2021	zhiyong_zhu@cags.ac.cn
6	高兆富	内蒙古东升庙矿床铁-硫-铅同位素空间演化及其对成矿过程的制约	2019-2021	gaozhaofu@163.com
7	包泽民	锆石稀土元素TOF-SIMS微区原位分析方法	2019-2021	baozm@bjshrimp.cn
8	车晓超	铀系和铀铅法联合测定洞穴堆积物年龄:以盘县大洞旧石器遗址为例	2019-2021	cxc@bjshrimp.cn



9	薛 帅	大地电磁与地震面波联合反演研究拉萨地块深部壳幔结构	2019-2021	xueshuai1211@163.com
10	尚晓冬	三峡地区埃迪卡拉纪Tianzhushania演化及生物地层意义	2020-2022	shangxdong@sina.com
11	闫 振	兴蒙地区早二叠世碳酸盐岩建造研究	2020-2022	yanzhen20071239@126.com
12	谢秋红	新疆克拉玛依高硅碱性玄武岩中碳酸盐矿物成因及其对岩石成因的约束	2020-2022	qhxie01@163.com
13	王云峰	西藏厅宫斑岩铜矿Cu沉淀机制研究	2020-2022	wangyunnfeng@163.com
14	赵中宝	青藏高原东缘龙日坝断裂带的规模与初始活动时限	2020-2022	zhaozhb04@163.com
15	葛茂卉	佳木斯地块麻山杂岩表壳岩形成时代、变质作用及其构造意义	2020-2022	gmh19900125@126.com
16	张 恒	扬子板块西南部古元古代岩浆、变质事件及其构造意义	2020-2022	heng0520@126.com
17	王 勋	华北中元古代早期海洋增氧机制及其环境效应研究	2020-2022	xunwang90@163.com
18	梁 瑶	基于Krauklis波、LPLD事件和微地震的综合水力压裂监测技术研究	2020-2022	liangmyq@sina.com
19	朱建江	西南天山超高压变质带富石墨榴辉岩岩石学研究及其对俯冲带含碳流体迁移演化的启示	2021-2023	zjj19901216@126.com
20	唐 跃	蛇绿岩中异剥钙榴岩成因研究—以藏北班戈地区为例	2021-2023	245494037@qq.com
21	颜丽丽	浙东雁荡山高硅火山岩中富晶体包体对岩浆房演化过程的约束	2021-2023	llyan0625@163.com
22	严立龙	藏西南翁波穹窿地壳深熔作用及对喜马拉雅造山带走向差异的启示	2021-2023	lilong_yan@qq.com
23	樊献科	赣西北大湖塘超大型钨矿床中单向固结结构对早期岩浆流体演化及钨成矿作用的指示	2021-2023	fanxianke@cags.ac.cn
24	郑建彬	滇西昌宁-孟连带中带晚古生代碎屑岩的沉积学和古地理学意义	2021-2023	zhengjianbin@cags.ac.cn
25	张 文	天然气中壳源氦气运聚过程的稀有气体示踪研究	2021-2023	wenzhangcn@outlook.com
26	李鹏川	吉南白山地区两种类型太古宙铁矿的成矿时代、成因机制及构造意义	2021-2023	lipengchuan@foxmail.com
27	张北航	阿拉善中部韧性剪切带构造特征与年代学及其在中亚造山带演化中的意义	2021-2023	276925733@qq.com
28	许 王	青藏羌塘地块三叠纪构造演化：来自羌塘中部榴辉岩变质演化和年代学的制约	2021-2023	wangxugeo@cags.ac.cn
29	王晓冉	华南东部岩石圈地幔精细三维速度结构及Vp/Vs分布研究-基于宽频密集台阵层析成像分析	2021-2023	wxr_1119@163.com
30	任鑫鑫	蜥脚类恐龙早期演化阶段头后中轴骨骼关键特征的转变过程	2022-2024	laotourenxin@126.com
31	王慧宁	越南马江缝合带榴辉岩的岩石成因、变质演化P-T-t轨迹 及其对古特提斯俯冲-造山动力学过程的制约	2022-2024	wanghuining1@126.com
32	王亚莹	特提斯喜马拉雅带中部拉轨岗日地区早白垩世基性岩成因及其地质意义	2022-2024	yywanggeo@163.com
33	路增龙	欧龙布鲁克地块东北部中元古代晚期镁铝麻粒岩的变质作用过程及意义	2022-2024	380640208@qq.com
34	赵 衡	内蒙古西部雅干和洗肠井剪切带几何/运动学、年代学研究 and 对比	2022-2024	skzhaoheng@163.com
35	李芳兵	古元古代末期阿尼米克盆地苏必利尔型条带状铁建造中铁同位素及元素组成的研究	2022-2024	fangbing.li@cags.ac.cn



36	吴昌灿	钙同位素在反演大陆地壳厚度及其变化过程中的应用潜力	2022-2024	wuchangda25@hotmail.com
37	庄亮亮	非硫化物铅锌矿床中菱锌矿成因：以伊朗Angouran超大型铅锌矿床为例	2022-2024	zhuangliangliang13@163.com

附表1-2 2021年度在研科技部及其他类型项目

序号	项目来源	负责人	项目名称	起止年限	邮箱地址
1	国家重点研发计划深地资源勘查开采专项项目	秦克章	北方东部复合造山成矿系统深部结构与成矿过程	2017.07-2021.06	kzq@mail.iggcas.ac.cn
2	国家重点研发计划深地资源勘查开采专项课题	张进	北方东部复合造山带岩石圈三维架构与成矿地质背景	2017.07-2021.06	zhangjinem@sina.com
3	中科院战略性先导科技专项(A类)子课题	刘琰	矿产资源分布及其潜力评估	2018.03-2022.12	ly_0620@126.com
4	山东省重点研发计划深海资源保藏与开发平台课题课题	龙涛	新型二次离子质谱仪多接收器研制	2018.12-2021.12	longtao@bjshrimp.cn
5	国家重点研发计划深地资源勘查开采专项课题	童英	成矿系统构造—岩浆—成矿作用研究集成	2018.07-2021.06	yingtong@cags.ac.cn
6	国家重点研发计划深地资源勘查开采专项课题	刘燕学	典型含铀盆地原型恢复和构造改造对深部成矿的制约	2018.07-2021.06	lyxue@sohu.com
7	国家重点研发计划战略性国际科技创新合作重点专项课题	郭磊	深时岩石学大数据提取与编图技术	2019.08-2023.07	guolei_cn@sina.com
8	第二次青藏高原科考项目任务七专题	高锐	关键地区岩石圈精细结构与浅部响应	2019.11-2022.10	ruigao126@126.com
9	第二次青藏高原科考项目任务九子专题	李海兵	帕米尔—西昆仑及新藏公路沿线断裂活动习性综合考察研究	2019.11-2022.10	lihaibing06@163.com
10	第二次青藏高原科考项目任务七子专题	曾令森	喜马拉雅地块深部地质过程与碰撞造山带的崛起	2019.11-2022.10	zenglingsen@cags.ac.cn
11	第二次青藏高原科考项目任务八子专题	马旭宣	西昆仑构造—岩浆演化与稀有金属成矿耦合研究	2019.11-2022.10	xuxuan.ma@hotmail.com
12	第二次青藏高原科考项目子专题	翟庆国	特提斯域大陆增生与第三极形成	2019.11-2022.10	zhaiqingguo@126.com
13	第二次青藏高原科考项目任务八子专题	熊发挥	豆荚状铬铁矿多阶段形成过程——来自异常矿物包裹体的成因研究	2019.11-2022.10	283459354@qq.com
14	国家重点研发计划变革性技术关键科学问题重点专项	王涛	揭示三维岩石圈物质架构的理论方法体系	2020.06-2025.05	taowang@cags.ac.cn
15	国家重点研发计划变革性技术关键科学问题重点专项课题	黄河	增生造山带典型地区三维岩石圈物质架构的示踪方法	2020.06-2025.05	huanghecugb@126.com
16	国家重点研发计划变革性技术关键科学问题重点专项课题	王涛	深部物质示踪新方法 & 揭示三维岩石圈物质架构	2020.06-2025.05	taowang@cags.ac.cn
17	国家重点研发计划变革性技术关键科学问题重点专项课题	朱祥坤	大气增氧过程与深部碳氧循环关联的金属同位素示踪技术	2020.06-2025.05	xiangkun@cags.ac.cn
18	国家重点研发计划“战略性国际科技创新合作”重点专项子项目	刘敦一	国际月球科研站—月球年代学研究	2020.06-2023.12	liudunyi@bjshrimp.cn



19	民用航天技术预先研究项目	刘敦一	月球撞击通量模式研究	2020.01-2022.12	liudunyi@bjshrimp.cn
20	北京市科学技术委员会课题	旷红伟	前寒武纪末次冰期与地球、环境和生命演化	2020.07-2022.06	kuanghw@126.com
21	内蒙古自治区地质矿产勘查基金, 子项目	张恒	内蒙古阿拉善珠斯楞-乌力吉地区铜金多金属矿成矿作用与找矿预测研究(地质所部分)	2020.05-2024.05	heng0520@126.com
22	第二次青藏高原综合科学考察研究任务	刘琰	方向三: 青藏高原大宗金属资源科学考察	2021.11-2024.10	ly_0620@126.com
23	科技基础性资源调查专项	潘家伟	中国地震科学实验场及邻区新生代地质构造体系调查	2021.09-2026.08	43469518@qq.com
24	国家重点研发计划战略性矿产资源开发利用重点专项	宋玉财	全球战略性矿产成矿规律和预警决策支持技术	2021.12-2025.11	song_yucan@aliyun.com
25	国家重点研发计划战略性矿产资源开发利用重点专项课题	翟庆国	西部伟晶岩型粘土型锂等稀有金属区域成矿背景	2021.12-2025.11	zhaiqingguo@126.com

附表1-3 2021年度地质调查在研项目

序号	负责人	项目名称	起止年限	邮箱地址
1	郭磊 薛怀民	阿拉善、藏东南等关键地段地壳圈层物质与演变基础地质调查	2019-2021	guolei_cn@sina.com
2	朱祥坤 闫斌	冀东与峡东等地区中新元古代地球表生系统基础地质调查	2019-2021	xkzhu0824@gmail.com
3	刘平华 田忠华	华北陆块中部和东部前寒武纪构造带基础地质调查	2019-2021	lph1213@126.com
4	张进 赵硕	北方山系西拉木伦与贺根山基础地质调查	2019-2021	zhangjinem@sina.com
5	柳永清 彭楠	东部山系北段盆山系统基础地质调查	2019-2021	liuyongqing@cags.ac.cn
6	刘鹏举 杨犇	蒙西、豫西、鄂西北典型古生物群与关键地层基础地质调查	2019-2021	pengju@cags.ac.cn
7	闫臻 向忠金	中央山系都兰、天水等地区基础地质调查	2019-2021	yanzhen@mail.iggcas.ac.cn
8	李文辉 卢占武	冈底斯构造带关键地区深部地质调查	2019-2021	derekle1984@126.com
9	高利娥 曾令森	藏南麻迦-马拉山构造岩浆带区域地质调查	2019-2021	liegao09@163.com
10	潘家伟 李海兵	巴颜喀拉地块北缘与东缘大型断裂带区域地质调查	2019-2021	panjiaweibb@gmail.com
11	戚学祥 梁风华	拉萨-腾冲构造岩浆带区域地质调查	2019-2021	qxuex2005@163.com
12	赵磊 任纪舜	中国大地构造演化和国际亚洲大地构造图编制	2019-2021	zhaolei224@126.com
13	丁孝忠 李廷栋	全国陆域及海区地质图件更新与共享	2019-2021	xiaozhongding@sina.com




14	童英 王涛	基础地质学科（岩石）数据库建设与共享应用	2019-2021	yingtong@cags.ac.cn
15	孙超	地质云系统集成与共享服务	2019-2021	sunchao@cags.ac.cn
16	任留东 郑宁	古亚洲成矿域大型资源基地地质背景分析	2019-2021	ldren@cags.ac.cn
17	王旭日 姬书安	全国重要古生物化石调查与保护监测示范	2019-2021	wang198109@163.com
18	周喜文 朱小三	东海虎皮礁海域1:25万海洋区域地质调查（地质所）	2020-2021	xwzhou@cags.ac.cn
19	刘琰 张智宇	菲律宾海及邻域海洋基础地质调查（中国地质科学院地质研究所）	2021	ly_0620@126.com



附表2 2021年发表论文目录

- Bai Mingkun, Marie-Luce Chevalier, Philippe Hervé Leloup, Li Haibing, Pan Jiawei, Anne Replumaz, Wang Shiguang, Li Kaiyu, Wu Qiong, Liu Fucui, Zhang Jinjiang. 2021. Spatial Slip Rate Distribution Along the SE Xianshuihe Fault, Eastern Tibet, and Earthquake Hazard Assessment. *Tectonics*, 40(11), e2021TC006985.
- Bao Chuang, Zhu Xiangkun, Gao Zhaofu. 2021. Iron isotope constraints on the genesis of magnetite ore in the Huogeqi deposit of Inner Mongolia autonomous region in northern China. *Ore Geology Reviews*, 133, 104116.
- Cai Zhihui, He Bizhu, Li Guangwei, Jiao Cunli, Yun Xiaorui. 2021. Early Cretaceous deformation in the southern Tashkorgan region: Implications for the tectonic evolution of the northeastern Pamir. *China Geology*, 67–76.
- Cai Zhihui, He Bizhu, Meert J. G., Ma Xuxuan, Jiao Cunli, Liu Ruohan, Chen Xijie, Yun Xiaorui. 2021. Neoproterozoic tectonic transition from subduction-related convergence to continental extension of the Tarim Block, NW China. *Precambrian Research*, 362, 106278.
- Che Xiaochao, A. Nemchin, Liu Dunyi, Long Tao, Wang Chen, M. D. Norman, K. H. Joy, R. Tartese, J. Head, B. Jolliff, J. F. Snape, C. R. Neal, M. J. Whitehouse, C. Crow, G. Benedix, F. Jourdan, Yang Zhiqing, Yang Chun, Liu Jianhui, Xie Shiwen, Fan Runlong, Li Dapen, Liu Zengsheng, S. G. Webb. 2021. Age and composition of young basalts on the Moon, measured from samples returned by Chang' e-5. *Science*, 374, 887 – 890.
- Chen Xiaoshuai, Kuang Hongwei, Liu Yongqing, Le Heron, D.P., Wang Yuchong, Peng Nan, Wang Zhixian, Zhong Quan, Yu Huiliang, Chen Jinxin. 2021. Revisiting the Nantuo Formation in Shennongjia, South China: A new depositional model and multiple glacial cycles in the Cryogenian. *Precambrian Research*, 2021, 356, 106132.
- Dong Chunyan, Bai Wenqian, Xie Hangqiang, Wilde S.A, Wang Yuqing, Wang Shijin, Liu Dunyi, Wan Yusheng. 2021. Early Neoproterozoic oceanic crust in the North China Craton: Evidence from geology, geochemistry and geochronology of greenstone belts in western Shandong. *Lithos*, 380–381, 105888.
- Duan Qingsong, Du Lilin, Song Huixia, Ren Liudong, Wyman Derek A., Geng Yuansheng, Wang Jianlong, Yang Chonghui. 2021. Petrogenesis of the 2.3 Ga Lengkou metavolcanic rocks in the North China Craton: Implications for tectonic settings during the magmatic quiescence. *Precambrian Research*, 357, 106151.
- Fan Xianke, Hou Zengqian, Zhang Zhiyu, John Mavrogenes, Pan Xiaofei, Zhang Xiang, Xiang Xinkui. 2021. Metallogenic ages and sulfur sources of the giant Dahutang W – Cu – Mo ore field, South China: Constraints from muscovite $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating and in situ sulfur isotope analyses. *Ore Geology Reviews*, 104141.
- Fan Xianke, Zhang Zhiyu, Hou Zengqian, John Mavrogenes, Pan Xiaofei, Zhang Xiang, Dai Jialiang, Wu Xianyuan. 2021. Magmatic processes recorded in plagioclase and the geodynamic implications in the giant Shimensi W – Cu – Mo deposit, Dahutang ore field, South China. *Journal of Asian Earth Sciences*, 212, 104734.
- Feng Guangying, Yang Jingsui, Niu Xiaolu, Liu Fei, Qiu Tian, Yildirim Dilek. 2021. Formation processes and tectonic implications of mantle peridotites of the Yushigou ophiolite in the North Qilian Orogenic Belt, NW China. *Lithos*, 400–401, 106430.
- Feng Guangying, Yildirim Dilek, Niu Xiaolu, Yang Jingsui. 2021. Geochemistry and geochronology of OIB-type, Early Jurassic magmatism in the Zhangguangcai range, NE China, as a result of continental back-arc extension. *Geological Magazine*, 158, 143–157.
- Feng Tang, Sicun Song, Guangxu Zhang, Ailin Chen, Junping Liu. 2021. Enigmatic ribbon-like fossil from Early





Cambrian of Yunnan, China. *China Geology*, 205 – 214.

Gao Li-E, Zeng Lingsen, Wang Haitao, Gao Jiahao, Shang Zhen, Zhao Linghao, Hou Kejun, Guo Chunli, Ma Xuxuan. 2021. Contrasting Sr - Nd - Hf isotope systematics in Early Jurassic magmatic rocks from the Lhasa terrane: Implications for the lithospheric architecture of the Lhasa terrane. *Lithos*, 402–403, 106050.

Gao Li-E, Zeng Lingsen, Zhao Linghao, Gao Jiahao, Shang Zhen. 2021. Behavior of apatite in granitic melts derived from partial melting of muscovite of metasedimentary sources. *China Geology*, 4(1), 44–55.

Gao Li-E, Zeng Lingsen, Zhao Linghao, Hou Kejun, Guo Chunli, Gao Jiahao, Wang Yaying. 2021. Geochemical behavior of rare metals and high field strength elements during granitic magma differentiation: A record from the Borong and Malashan Gneiss Domes, Tethyan Himalaya, southern Tibet. *Lithos*, 398–399, 106344.

Gao Zhaofu, Zhu Xiangkun, Wang Dan, Pan Chenxu, Yan Bin, Li Jin. 2021. Insights into hydrothermal controls and processes leading to the formation of the Late Ediacaran Gaoyan stratiform manganese-carbonate deposit, Southwest China. *Ore Geology Reviews*, 139, 104524.

Ge Maohui, Li Zhuang, Li Long, Zhang Jinjiang, Liu Kai. 2021. Zircon and monazite U-Pb ages of the Mashan Complex of the Jiamusi Block of NE China: a link to Gondwana? [J]. *International Geology Review*, 1–16.

Ge Maohui, Li Long, Wang Tao, Zhang Jinjiang, Tong Ying, Guo Lei, Liu Kai, Feng Lin, Song Peng, Yuan Jianguo. 2021. Hf isotopic mapping of the Paleozoic-Mesozoic granitoids from the Jiamusi and Songnen blocks, NE China: Implications for their tectonic division and juvenile continental crustal growth. *Lithos*, 386–387.

Gong Mingyue, Zhang Yinghui, Tian Wei, Fu Bin. 2021. Depositional age and genesis of the host strata of the Shuangjianzishan Ag - Pb - Zn deposit: Implications for the Late Carboniferous magmatic - hydrothermal activities and tectonic evolution of the eastern central Asia orogenic belt. *Ore Geology Reviews*, 135, 104207.

He Yuan, Zhu Xiangkun, She Yuwei, Ma Jianxiong, Sun Jian, Gao Zhaofu, Wan Hongqing, Chen Yuelong. 2021. Mechanism of formation of podiform chromitite: Insights from the oxidation states of podiform chromitites and host peridotites from the Luobusa ophiolite, southern Tibet. *Ore Geology Reviews*, 139, 104483.

Hu Peiyuan, Zhai Qingguo, Cawood Peter A., Zhao Guochun, Wang Jun, Tang Yue, Zhu Zhicai, Wang Wei, Wu Hao. 2021. Cambrian magmatic are-up, central Tibet: Magma mixing in proto-Tethyan arc along north Gondwanan margin. *Geological Society of America Bulletin*, 133,2171–2188.


Hu Peiyuan, Zhai Qingguo, Zhao Guochun, Wang Jun, Tang Yue, Zhu Zhicai, Wang Wei, Wu Hao. 2021. Cambrian and Cryogenian tectonothermal events in the Amdo microcontinent, Central Tibet: Implications for paleogeographic reconstruction and tectonic evolution of northern Gondwana. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 569,110332.

Hu Zhaoping, Zeng Lingsen, Michael W. Foster, Zhao Linghao, Gao Li-E, Li Huan, Yang Yizeng, Li Shuangqing. 2021. Recycling of subducted continental crust: Geochemical evidence from syn-exhumation Triassic alkaline mafic rocks of the southern Liaodong Peninsula. *Lithos*, 400 - 401, 106353.

Jia Jianliang, Liu Zhaojun. 2021. Particle-size fractionation and thermal variation of oil shales in the Songliao Basin, NE China: Implication for hydrocarbon-generated process. *Energies*, 14(21), 7191.

Jia Jianliang, Wu Yanjia, Miao Changsheng, Fu Changlei, Xie Wenquan, Qin Jianyi, Wang Xiaoming. 2021. Tectonic controls on the sedimentation and thermal history of supra-detachment basins: A case study of the early Cretaceous





Fuxin Basin, NE China. *Tectonics*, 40(5), e2020TC006535.

- Jia Jianliang, Zhou Renjie, Liu Zhaojun, Han Xuehui, Gao Yuan. 2021. Organic matter-driven electrical resistivity of immature lacustrine oil-prone shales. *Geophysics*, 86(4), MR165 – MR178.
- Ju Shubin, Wang Xuri, Liu Yichuan, Wang Yang. 2021. A reassessment of *Iteravis huchzermeyeri* and *Gansus zheni* from the Jehol Biota in western Liaoning, China. *China Geology*, 4, 197–204.
- Kou Caihua, Liu Yanxue, Li Tingdong, Ding Xiaozhong, Zhang Heng, Liu Yong. 2021. Petrogenesis and tectonic implications of the neoproterozoic mafic-ultramafic rocks in the western Jiangnan Orogen: Insights from in situ analysis of clinopyroxenes. *Lithos*, 392 – 393, 106156.
- Li Fangbing, Donald Penman, Noah Planavsky, Andrew Knudsen, Zhao Mingyu, Wang Xiangli, Terry Isson, Huang Kangjun, Wei Guangyi, Zhang Shuang, Shen Jun, Zhu Xiangkun, Shen Bing. 2021. Reverse weathering may amplify post-Snowball atmospheric carbon dioxide levels. *Precambrian Research*, 364, 106279.
- Li Haibing, M. L. Chevalier, P. Tapponnier, Pan Jiawei, J. Van der Woerd, A. S. Mériaux, F. J. Ryerson, G. Peltzer, Z. Sun, Si Jialiang, Pei Junling, Xu Xiwei. 2021. Block Tectonics Across Western Tibet and Multi-Millennial Recurrence of Great Earthquakes on the Karakax Fault. *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*, 126, e2021JB022033.
- Li Weikai, Yang Zhiming, Chiaradia, M., Zhou Liming, Hou, Zengqian. 2021. Enrichment nature of ultrapotassic rocks in southern Tibet inherited from their mantle source. *Journal of Petrology*, 62, 1–15.
- Ling Yuan, Zheng Mianping, Wang Shuxian, Sun Qing, Xie Bingjing, Zhang Chengjun. 2021. The impact of climatic and environmental factors on n-Alkanes indices in southwestern Tibetan Plateau. *Acta Geologica Sinica (English Edition)*, 95,2, 648 – 658.
- Liu Chaohui, Zhao Guochun, Liu Fulai, Xu Wang. 2021. Coexistence of A- and I-type granites in the Lüliang Complex: Tectonic implications for the middle Paleoproterozoic Trans-North China Orogen, North China Craton. *Lithos*, 380 – 381, 105875.
- Liu Dongliang, Li Haibing, Chevalier M-L, Sun Zhiming, Pei Junling, Pan Jiawei, Ge Chenglong, Wang Ping, Wang Huan, Wu Chan. 2021. Activity of the Baiganhu Fault of the Altyn Tagh Fault System, northern Tibetan Plateau: Insight from zircon and fission track analyses. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 570, 110356.
- Liu Dongliang, Li Haibing, Ge Chenglong, Bai Mingkun, Wang Yadong, Pan Jiawei, Zheng Yong, Wang Ping, Liu Fucui, Wang Shiguang. 2021. Northward growth of the West Kunlun Mountains: insight from the age – elevation relationship of new apatite fission track data. *Front. Earth Sci*, 9, 784812.
- Liu Fei, Dilek Yildirim, Yang Jingsui, Lian Dongyang, Li Guanlong and Wu Yong. 2021. A middle Triassic seamount within the western Yarlung Zangbo suture zone, Tibet: The earliest seafloor spreading record of Neotethys to the North of East Gondwana. *Lithos*, 388–389, 106062.
- Liu Jianhui, Wang Xiangjian, Chen Hui. 2021. Intracontinental extension and geodynamic evolution of the Paleoproterozoic Jiao-Liao-Ji belt, North China Craton: Insights from coeval A-type granitic and mafic magmatism in eastern Liaoning Province. *GSA Bulletin*, 133(7/8), 1765–1792.
- Liu Jianhui, Ding Zhengjiang, Chen Hui, Wang Xiangjian, Liu Fulai. 2021. Early hydrosphere-rock interactions and intra-crustal recycling recorded by remarkably high- $\delta^{18}\text{O}$ Mesoproterozoic granitoids in the Sulu orogenic belt,



eastern China. *Precambrian Research*, 362, 106311.

- Liu Jianhui, Liu Fulai, Ding Zhengjiang, Yang Hong, Liu Pinghua, Liu Lishuang, Chen Hui, Wang Xiangjian. 2021. Zircon U - Pb geochronology and Hf isotope analyses of the Wulian complex in the Sulu orogenic belt, eastern China: tectonic affinity and implications for early Precambrian crustal growth and recycling. *Geological Magazine*, 158, 295 - 310.
- Liu Pinghua, Liu Fulai, Tian Zhong-Hua, Wang Da, Cai Jia, Zhang Wen. 2021. Polymetamorphic events in the Jiao-Liao-Ji Belt, North China Craton: Evidence from integrated zircon, xenotime, and monazite LA - ICP - MS U - Pb dating. *International Geology Review*, 63, 5, 630-657.
- Ma Xuxuan, Gao Li-E., Zhao Zhongbao, Chen Xijie, Li Haibing. 2021. Early Eocene leucocratic sill/dike swarms in the Gangdese belt, southern Tibet: tectonic. *China Geology*, 4, 56-66.
- Niu Xiaolu, Dilek Yildirim, Liu Fei, Feng Guangying, Yang Jingsui. 2021. Early Devonian Ultrapotassic Magmatism in the North China Craton: Geochemical and Isotopic Evidence for Subcontinental Lithospheric Mantle Metasomatism by Subducted Sediment - Derived Fluids. *Geological Magazine*, 158, 158-174.
- Pan Xiaofei, Ren Yufeng, Hou Zengqian, Ouyang Yongpeng, Gong Xuejing, Li Qiuyun, Yang, Yanshen. 2021. Petrogenesis and Geodynamic Implications of a Newly Discovered Basanite Dike in Zaolin, Jingdezhen City, South China. *Lithosphere*, 1, 9732167.
- Qin Qie, Wang Tao, Huang He, Zhang Zhaochong, Tong Ying, Song Peng, Zhang Jianjun. 2021. Late Carboniferous and Early Permian garnet-bearing granites in the South Tianshan Belt, NW China: Two Late Paleozoic magmatic events and implications for crustal reworking. *Journal of Asian Earth Sciences*, 220, 104923.
- Shen Weibing, Zhu Xiangkun, Yan Bin, Qin Haoyi. 2021. Sequence stratigraphy of the Cryogenian Nantuo Formation in South China: Constraints on Marinoan glaciation dynamics. *Journal of Asian Earth Sciences*, 214, 104776.
- Sun Jian, Zhu Xiangkun, Belshaw, N.S., Chen Wei, Doroshkevich, A.G., Luo Wenjuan, Song Wenlei, Chen Beibei, Cheng Zhiguo, Li Zhihong, Wang Yang, Kynicky, J., Henderson, G.M. 2021. Ca isotope systematics of carbonatites: Insights into carbonatite source and evolution. *Geochemical Perspectives Letters*, 17, 11-15.
- Sun Jingbo, Chen Wen, Qin Kezhang, Dani í k M, Evans N J, McInnes B I A, Shen Ze, Zhao Shuangfeng, Zhang Bin, Yin Jiyuan and Tao Ni. 2021. Mesozoic exhumation of the Jueluotage area, Eastern Tianshan, NW China: constraints from (U - Th)/He and fission-track thermochronology. *Geological Magazine*, 158 (11),1960-1976.
- Sun Maoyu, Monecke, T., Reynolds, T.J., and Yang Zhiming. 2021. Evolution of the magmatic-hydrothermal system at the Yulong porphyry deposit, eastern Tibetan Plateau, China: Insights from optical microscopy, cathodoluminescence investigations, and fluid inclusion petrography. *Mineralium Deposita*, 56, 823-842.
- Tang Yue, Zhai QingGuo, Hu PeiYuan, Wang Wei, Yan Zhen, Wang HaiTao, Zhu ZhiCai. 2021. Forearc lava stratigraphy of the Beila Ophiolite, north-central Tibetan Plateau: Magmatic response to initiation of subduction of the Bangong-Nujiang Meso-Tethys Ocean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 582, 110663.
- Tian Zhonghua, Liu, F., Yan, Z., Liu, P., Xu, W., Liu, L., Wen, F., and Xiao, W. 2021. Palaeoproterozoic turbidite deposition in the Liaodong Peninsula, northeastern North China craton-Constraints from the Gaojiayu formation of the Liaohe Group. *Precambrian Research*, 352, 106008.
- Tian Zhonghua, Wen, F., Liu, F., Zhu, H., and Ye, Z. 2021. Formation of Foliations and their Related Minerals from



Diagenetic to Medium-grade Metamorphic Rocks: A Case Study of the Hongyanjing and Liao-Ji Backarc Basins, China. *Acta Geologica Sinica – English Edition*, 95(4), 1158–1170.

- Tian Zhonghua, Xiao, W., Windley, B. F., Huang, P., Zhang, J. e., Ao, S., Zhang, Z..2021. Two key switches in regional stress field during multi-stage deformation in the Carboniferous–Triassic southernmost Altaids (Beishan, NW China): Response to orocline-related roll-back processes. *GSA Bulletin*, 133(11–12), 2591–2611.
- Wan Yusheng, Liu Shoujie, Song Zhiyong, Wilde S.A., Wang Laimin, Dong Chunyan, Xie Hangqiang, Xie Sshiwen, Hou Jianhua, Bai Wenqian, Liu Dunyi. 2021. The complexities of Mesoarchean to late Paleoproterozoic magmatism and metamorphism in the Qixia area, Eastern North China Craton: geology, geochemistry and SHRIMP U–Pb zircon dating. *American Journal of Science*, 321,1–82.
- Wan Yusheng, Xie Hangqiang, Williams I.S, Dong Chunyan, Liu Dunyi. 2021. Dating Metamorphism. In: Alderton, David; Elias, Scott A. (eds.) *Encyclopedia of Geology*, 2nd edition, 2,569–583.
- Wang ChaoYang, Meng En, Lin Shoufa, Li YanGuang. 2021. Late Neoproterozoic metavolcanic rocks from the Tonghua area, Southern Jilin Province, China: Constraints on the formation and evolution of the northeastern North China Craton. *Precambrian Research*, 362, 106266.
- Wang Dan, Guo Jinghui, Romer Rolf L., Liu Fulai, Ouyang Dongjian. 2021. Coeval shoshonitic and calc-alkaline mantle-derived magmatism in an ancient continental arc root. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 176, 57.
- Wang Fang, Liu Fulai, Schertl Hans-Peter, Liu Pinghua, Ji Lei, Xu Wang. 2021. Diversity of zircon U–Pb geochronology of meta-sedimentary rocks from the Gaixian Formation, South Liaohe Group, Jiao-Liao-Ji belt: Implications for different provenance and crustal evolution. *Precambrian Research*, 362, 106317.
- Wang Huining, Liu Fulai, Sun Zaibo, Ji Lei, Cai Jia, Zhu Jianjiang. 2021. Identification of continental-type eclogites in the Paleo-Tethyan Changning – Menglian orogenic belt, southeastern Tibetan Plateau: Implications for the transition from oceanic to continental subduction. *Lithos*, 106215, 396 – 397.
- Wang Ping, Liu Dongliang, Li Haibing, Chevalier M–L, Wang Yadong, Pan Jiawei, Zheng Yong, Ge Chenglong, Bai Mingkun, Wang Shiguang. 2021. Sedimentary Provenance Changes Constrain the Eocene Initial Uplift of the Central Pamir, NW Tibetan Plateau. *Frontier in Earth Science*, 9, 741194.
- Wang Yue, Zhu Xiangkun, Tang Chao, Mao Jingwen, Chang Zhaoshan. 2021. Discriminate between magmatic- and magmatic-hydrothermal ore deposits using Fe isotopes. *Ore Geology Reviews*, 130, 103946.
- Wu Didi, Li Shan, Chew D., Liu Tiewi, Guo Donghai. 2021 Permian–Triassic magmatic evolution of granitoids from the southeastern Central Asian Orogenic Belt: Implications for accretion leading to collision. *SCIENCE CHINA Earth Sciences*, 64, 788–806.
- Wu Guichun, Ji Zhansheng, Gary, L, Yao Jianxin. 2021. The Upper Triassic deposits of the west Bangong–Nujiang Suture Zone and their palaeogeographic implications. *Scientific Reports*, 11, 19509.
- Wu Guichun, Ji Zhansheng, Tea-Kolar, J., Yao Jianxin, Gary, L. 2021. Early Triassic Pachycladina fauna newly found in the southern Lhasa Terrane of Tibet and its palaeogeographic implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 562,110030.
- Wu Xiancan, Shi Yuruo, Anderson J L. 2021. SHRIMP U–Pb dating of detrital zircons from the Permian sandstones along the southern and northern margins of Xar Moron River, central Inner Mongolia: implications for provenance





and the tectonic evolution of the eastern segment of the Central Asian Orogenic Belt. *American Journal of Science*, 321, 152–177.

Xiong Fahui, Zoheir, B., Wirth, R., Milushi, I., Qiu Tian, Yang Jingsui. 2021. Mineralogical and isotopic peculiarities of high-Cr chromitites: Implications for a mantle convection genesis of the Bulqiza ophiolite. *Lithos*, 398–399, 106305.

Xu Wang, Liu Fulai, Zhai Qingguo, Dong Yongsheng. 2021. Petrology and P – T path of blueschists from central Qiangtang, Tibet: Implications for the East Paleo–Tethyan evolution. *Gondwana Research*, 94, 12–27.

Xue Shuai, Chen Yun, Liang Hongda, Li Xin, Liang Xiaofeng, Ma Xiaobing. 2021. Deep electrical resistivity structure across the Gyaring Co Fault in Central Tibet revealed by magnetotelluric data and its implication. *Tectonophysics*, 809, 228835.

Yan Zhen, Xiao Wenjiao, Jonathan C. Aitchison, Yuan Chao, Liu Chuanzhou, Fu Changlei. 2021. Age and origin of accreted ocean plate stratigraphy in the North Qilian belt, NE Tibet Plateau: evidence from microfossils and geochemistry of cherts and siltstones. *Journal of the Geological Society*, 178(6), jgs2020–231.

Yang Ben, Steiner, M. 2021. Terreneuvian bio– and chemostratigraphy of the South Sichuan Region (South China). *Journal of the Geological Society*, 178, jgs2020–2167.

Yang Yanshen, Pan Xiaofei, Hou Zengqian, Deng Yang. 2021. Redox states and protoliths of Late Mesozoic granitoids in the eastern Jiangnan Orogen: Implications for W, Mo, Cu, Sn, and (Au) mineralization. *Ore Geology Reviews*, 134, 104038.

Yang Yanshen, Pan Xiaofei, Hou Zengqian, Deng Yang, Ouyang Yongpeng, Meng Delei, Xie Tao. 2021. Petrogenesis, redox state, and Mineralization potential of Triassic granitoids in the Mengshan district, South China. *Frontiers in Earth Science*, 9, 657618.

Yin Jiyuan, Xiao Wenjiao, Christopher J. Spencer., Sun Min, Chen Wen, Huang Huiqing, Yuan Chao, Zhang Yunying, Tao Zaili, Huang He, Xia Xiaoping. 2021. The role and significance of juvenile sediments in the formation of A-type granites, West Junggar oceanic arc (NW China): zircon Hf–O isotopic perspectives. *Geological Society of America Bulletin*, 133 (7–8), 1560 – 1574.

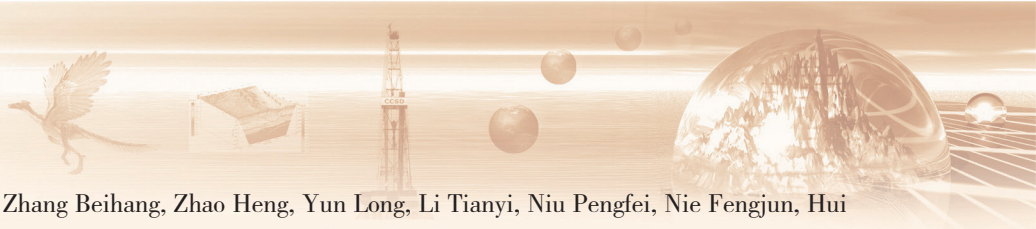
Zeng Lingsen, Gao Li-E, Zhao Linghao, Hou Kejun. 2021. The role of titanite in shaping the geochemistry of amphibolite–derived melts. *Lithos*, 402–403, 106312.

Zhang Cong, Shen Tingting, Zhang Lifei, Lin Congcong, Zhang Zhongwei, Qin Xueqing, Hu Han, Qiu Tian, Xiang Zhenqun and Zhang Jianxin. 2021. The Formation and Evolution of Uvarovite in UHP Serpentine and Rodingite and its Constraints on Chromium Mobility in the Oceanic Subduction Zone. *Acta Geologica Sinica (English Edition)*, 95(5), 1456 – 1471.

Zhang Jianjun, Wang Tao, Tong Ying, Huang He, Song Peng. 2021. New Exploration of Tracking Deep Ancient Crustal Components: A Combined Analysis of Xenocrystic/Inherited Zircon Information within Different Genetic Types of Granitoids in Chinese Altai. *Acta Geologica Sinica (English Edition)*, 95(z1), 106~108.

Zhang Jin, Dickson Cunningham, Yun Long, Qu Junfeng, Zhao Heng, Zhang Beihang, Niu Pengfei, Hui Jie. 2021. Kinematic variability of late Cenozoic fault systems and contrasting mountain building processes in the Alxa block, western China. *Journal of Asian Earth Sciences*, 205, 104597.





- Zhang Jin, Wang Yannan, Qu Junfeng, Zhang Beihang, Zhao Heng, Yun Long, Li Tianyi, Niu Pengfei, Nie Fengjun, Hui Jie, Zhang Yiping. 2021. Mesozoic intracontinental deformation of the Alxa Block in the middle part of Central Asian Orogenic Belt: A review. *International Geological Review*, 63, 1490–1520.
- Zhang Jin, Wang Yannan, Zhang Beihang, Qu Junfeng, Yun Long, Niu Pengfei, Zhao Heng. 2021. Tectonothermal events in the central North China Craton since the Mesozoic: constrained by low-temperature thermochronology. *Tectonophysics*, 804, 228769.
- Zhang Lei, Li Haibing, Sun Zhiming, Cao Yong, Wang Huan. 2021. Microstructural evolution of pseudotachylyte-bearing rocks during increasing temperatures: Evidence from rock-heating experiments. *Journal of Structural Geology*, 149, 104398.
- Zhang Wen, Chen Wen, Sun Jingbo, Shen Ze, Zhang Yan. 2021. Thermal history and exhumation processes in the Chinese South Tianshan: constraints from $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ and $(\text{U}-\text{Th})/\text{He}$ ages. *International Journal of Earth Sciences*, 110(5), 1575–1592.
- Zhang Xiaowei, Tong Ying, Wang Tao, Zhao Hui, Guo Lei, Tserendash N., Puntsag D. 2021. Petrogenesis and Tectonic Significance of Carboniferous Granites on the North Side of the Solonker Suture, Central South Mongolia. *Acta Petrologica ET Mineralogica*, 95, 481–499.
- Zhao Shuo, Liu Jianfeng, Zhang Yuting, Zhang Jin, Xu Wenliang, Li Jinyi. 2021. Geochronology and petrogenesis of the Yuanbaoshan leucogranite in southeast Inner Mongolia: Implications for the collision between the Sino-Korean and Siberian paleo-plates. *Lithos*, 384–385, 105981.
- Zhao Zhongbao, Li Chao, Ma Xuxuan. 2021. How does the elevation changing response to crustal thickening process in the central Tibetan Plateau since 120 Ma? *China Geology*, 4(1), 32–43.
- Zheng Jianbin, Jin Xiaochi, Huang Hao, Yan Zhen, Wang Haifeng, Bai Lingqi. 2021. Sedimentology and detrital zircon geochronology of the Nanpihe Formation in the central zone of the Changning – Menglian Belt in western Yunnan, China: revealing an allochthon emplaced during the closure of Paleo-Tethys. *International Journal of Earth Sciences*, 110(8), 2685–2704.
- Zheng Rongguo, Li Jinyi, Zhang Jin, Xiao Wenjiao. 2021. A prolonged subduction-accretion in the southern Central Asian Orogenic Belt: Insights from anatomy and tectonic affinity for the Beishan complex. *Gondwana Research*, 95, 88 – 112.
- Zheng Rongguo, Jinyi Li, Jin Zhang, Wenjiao Xiao, Qianjun Wang. 2021. Permian oceanic slab subduction in the southern Beishan: Reply to comment by Liu et al. on “Permian oceanic slab subduction in the southernmost Central Asian Orogenic Belt: Evidence from adakite and high-Mg diorite in the southern Beishan” . *Lithos*, 396 – 397, 106244.
- Zhu Jianjiang, Liu Fulai, Liu Fuxing, Shi Chuang, Wang Fang, Xu Wentao. 2021. Carbon isotope and genesis studies of graphite deposits in the Liaohe Group of the Jiao-Liao-Ji Orogenic Belt. *Acta Petrologica Sinica*, 37(2): 599–618.
- Zhu Jianjiang, Liu Fulai, Wang Fang, Xie Shiwen, Cai Jia, Ji Lei, Wang Huining. 2021. Geochemistry and Geochronology of the Jinghong Ophiolites: Implications for the Tectonic Evolution of the Eastern Paleo-Tethys. *Acta Geologica Sinica – English Edition*, 95(5), 1509 – 1526.



Zhu Jianjiang, Liu Fulai, Wang Fang, Xu Wentao, Liu Fuxing, Shi Chuang. 2021. Carbon isotope and geochemical characteristics of the Paleoproterozoic graphite deposits in the Jiao-Liao-Ji belt, North China Craton: Implications for genesis and depositional environment. *Precambrian Research*, 362, 106320.

Zhu Xiaosan, Lu Minjie. 2021. Fault structures and magmatic intrusions inferred from magnetic data for the Southern Great Xing' an Range, Northern China. *Ore Geology Reviews*, 135, 104206, 1–16.

白华青, 旷红伟, 柳永清, 吴峰. 2021. 德国北部盆地晚侏罗世沉积环境及古气候分析. *古地理学报*, 23(2), 405–420.

车亚文, 刘建峰, 赵硕, 葛茂卉, 吕前露. 2021. 大兴安岭南段早白垩世早期后碰撞构造环境—来自林西县兰家营子辉长闪长岩的证据. *地质通报*, 40(1): 152–163.

邓杨, 潘小菲, 杨炎申, 武凯, 樊献科, 张智宇, 欧阳永棚. 2021. 江西新余地区东门矿化辉钼矿Re–Os年代学特征及成矿意义. *中国矿业*, 30(11): 224–233.

邸英龙, 曾令森, 陈晶, 高利娥, 张立飞. 2021. 基性麻粒岩中方柱石的出溶现象及成因机制: 以西藏南部日玛那穹隆麻粒岩为例. *岩石学报*, 37(11): 3435–3444.

董春艳, 马铭株, 颀颀强, 章雨旭, 万渝生. 2021. 白云鄂博地区早前寒武纪基底岩浆作用和变质作用: 锆石SHRIMP U–Pb定年和LA–PMC–ICPMS Hf同位素分析. *岩石学报*, 2021, 37(02), 417–432.

段瑞涵, 刘超辉, 施建荣. 2021. 阴山陆块南缘新太古代末岩浆弧的向西延伸: 来自乌拉特中旗和乌拉特后旗地质年代学和地球化学的证据. *岩石学报*, 37(5): 1372–1404.

樊献科, 张智宇, 侯增谦, 潘小菲, 张翔, 盛俞策, 戴佳良, 吴显愿. 2021. 江西大湖塘钨矿田平苗矿区含矿花岗岩矿物学特征及对成矿的指示意义. *岩石学报*, 36(12): 3757–3782.

付长垒, 闫臻, 王秉璋, 陈雷, 李隽辉. 2021. 柴北缘托莫尔日特古元古代变质基底的发现—对早古生代缝合线位置的约束. *地质通报*, 40(8): 1215–1230.

付长垒, 闫臻, 王秉璋, 牛漫兰. 2021. 造山带中古海山残片的识别—以拉脊山缝合带青沙山和东沟地质填图为例. *地质通报*, 40(1): 31–40.

付长垒, 闫臻, 肖文交, 王秉璋, 牛漫兰, 李秀财, 俞良军. 2021. 青藏高原东北缘宗务隆构造带天峻南山早古生代残余洋盆的识别和地质意义. *岩石学报*, 37(8): 2401–2418.

高利娥, 曾令森, 严立龙, 高家昊, 赵令浩. 2021. 喜马拉雅淡色花岗岩关键金属Sn–Cs–Tl的富集机制. *岩石学报*, 37(10): 2923–2943.

郝光明, 曾令森, 赵令浩. 2021. 西藏南部南迦巴瓦地区中新世–上新世地壳深熔作用. *岩石学报*, 37(11): 3501–3512.

贺振宇, 颜丽丽. 2021. 锆石微量元素地球化学对硅质火山岩浆系统的制约. *岩石矿物学杂志*, 40(5): 939–951.

侯增谦, 许博, 郑远川, 郑洪伟, 张洪瑞. 2021. 地幔通道流: 青藏高原大规模生长的深部机制. *科学通报*, 66(21): 2671–2690.

黄钢, 宋玉财, 庄亮亮, 田力丹, 吴畏, 张滢. 2021. 沉积岩容矿天青石矿床的发育特征与成因综述. *矿床地质*, 40(5): 1110–1118.

胡培远, 翟庆国, 唐跃, 朱志才, 王伟. 2021. 青藏高原聂荣微陆块早古生代片麻状花岗岩地球化学, 锆石U–Pb年龄和Lu–Hf同位素特征及构造背景. *地质通报*, 40, 1203–1214.



胡培远, 翟庆国, 赵国春, 唐跃, 朱志才, 王伟, 吴昊. 2021. 冈瓦纳大陆北缘安第斯型造山带: 藏北安多奥陶纪花岗岩锆石 U-Pb 年龄和地球化学证据. 岩石学报, 37, 530-544.

姬书安. 2021. 热河生物群爬行类化石 *Monjurosuchus splendens* 中文译名讨论及其属种分类位置研究简史. 地质论评, 67 (2): 279-288.

旷红伟, 郑秀娟, 陈骁帅. 2021. 冰雪奇缘——冰期与冰川那些事. 矿物岩石地球化学通报, 40, 757-762.

廖程, 杨天南, 梁明娟, 信迪, 董猛猛, 薛传东. 2021. 藏东南始新世剑川盆地西缘沉积特征及构造意义. 岩石矿物学杂志, 40(4): 729-746.

李春锐, 李海兵, 潘家伟, 刘栋梁, 白明坤, 刘富财, 张进江. 2021. 断裂带中方解石脉显微结构、地球化学和年代学研究: 藏南亚东裂谷带古地震记录. 岩石学报, 37(10): 3185-3203.

李成龙, 李海兵, 王焕, 张进江. 2021. 龙门山汶川地震断裂带北川段岩石与地球化学特征及其变形行. 岩石学报, 37(10): 3145-3167.

李广旭, 曾令森, 高利娥, 高家昊, 赵令浩. 2021. 藏南冈底斯岩基东段朗县杂岩早白垩世岩浆作用: 新特提斯洋二次俯冲. 岩石学报, 37(10): 2995-3034.

李广旭, 曾令森, 赵令浩, 高利娥, 高家昊. 2021. 藏南冈底斯岩基东段晚白垩世早期朗县杂岩的岩石成因和深部地球动力学过程. 岩石学报, 37(11): 3348-3376.

李海兵, 潘家伟, 孙知明, 司家亮, 裴军令, 刘栋梁, Marie-Luce CHEVALIER, 王焕, 卢海建, 郑勇, 李春锐. 2021. 大陆构造变形与地震活动——以青藏高原为例. 地质学报, 95(1): 194-213.

李化启, 李天福, 吉凤宝. 2021. 怒江构造带东段同卡蛇绿混杂岩中变玄武岩地球化学特征和角闪石 $40\text{Ar}-39\text{Ar}$ 年龄. 地质通报, 40 (8) : 1279-1290.

李津, 唐索寒, 马健雄, 朱祥坤. 2021. 磁铁矿铁同位素标准物质的研制. 岩石矿物学杂志, 40(3): 535-541.

李津, 唐索寒, 马健雄, 朱祥坤. 2021. 金属同位素质谱中分析样品处理的基本原则与方法. 岩矿测试, 40(5): 627-636.

李秋耘, 杨志明, 王瑞, 孙茂纾, 曲焕春. 2021. 西藏驱龙矿区中新世侵入岩锆石微量和 Hf-O 同位素研究. 岩石矿物学杂志, 40(6): 1023-1048.

李润武, 童英, 苏尚国. 2021. 中亚成矿域 Erdenet 斑岩型铜钼矿床和 Oyu Tolgoi 斑岩型铜金矿床对比. 地球科学与环境学报, 43, 506-527.

刘飞, 李观龙, 薄容众, 杨经绥. 2021. 班公湖-怒江洋的扩张脊俯冲: 宗白增生杂岩中侏罗世辉长岩脉的地球化学和 Sr-Nd 同位素特征. 地质通报, 40(8): 1247-1264.

刘飞, 杨经绥, 牛晓露, 李观龙, 冯光英. 2021. 西藏雅鲁藏布江缝合带西段东波蛇绿岩: 记录了地幔柱影响的超慢速伸展和洋内俯冲过程. 岩石学报, 37(10): 0000-0000.

刘焰. 2021. 未来百年全球气候变化分析. 中国地质调查, 8(3): 1-11.

刘琰, 舒小超. 2021. 碳酸岩型稀土矿床中的霓长岩化作用概述. 矿物岩石地球化学通报, 40, 1-9.

李文辉, 王海燕, 高锐, 卢占武, 李洪强, 侯贺晟, 熊小松, 叶卓. 2021. 秦岭造山带及邻区上地壳精细速度结构研究. 地学前缘, 29(2): 12.

卢鹏, 童英, 孟秋熠, 张华锋. 2021. 东准噶尔北缘乌伦古地区晚二叠世 A 型花岗质岩墙成因及构造背景. 地质通报, 40, 58-70.

卢占武, 李文辉, 张新彦, 李秋生, 蔡玉国, 任彦宗, 程永志, 王光文. 2021. 用于专题地质填图的地



球物理技术——短周期密集台阵. 地质通报, 40(1): 1-12.

莫凌超, 刘福林, 张长征, 贺所明, 李达, 常龙广, 杨志明. 2021. 内蒙古金厂沟梁金矿床成矿时限与动力学背景探讨. 岩石学报, 37(6): 1799-1812.

毛小红, 张建新, 路增龙, 周桂生. 2021. 祁连地块北缘前寒武基底早古生代再活化: 变基性岩相平衡模拟和锆石年代学证据. 岩石学报, 37(10): 3095-3117.

牛晓露, 刘飞, 冯光英, 毛小红. 2021. 华北克拉通北缘晚志留世末-早泥盆世钾质碱性岩的成因及对区域构造演化的限定. 岩石矿物学杂志, 40(5): 835-858.

潘家伟, 白明坤, 李超, 刘富财, 李海兵, 刘栋梁, Marie-Luce Chevalier, 吴坤罡, 王平, 卢海建, 陈鹏, 李春锐. 2021. 2021年5月22日青海玛多MS 7.4地震地表破裂带及发震构造. 地质学报, 95(6): 1655-1670.

邱添, 杨经绥, 吴魏伟, 熊发挥, 芮会超, 蒋久阳. 2021. 阿尔巴尼亚布尔齐泽壳-幔过渡带豆荚状铬铁矿成因及其对富Ti熔体交代作用的记录. 沉积与特提斯地质, 41(3): 485-504.

邱添, 曾令森, 申婷婷. 2021. 基性-超基性岩碳酸盐化固碳效应研究进展. 中国地质调查, 8(4): 20-32.

戚学祥, 沈辉, 韦诚, 任玉峰等. 2021. 高黎贡东南缘龙陵-瑞丽俯冲增生杂岩带与中特提斯洋演化. 岩石学报, 37(10): 3067-3094.

曲军峰, 张立飞, 张进, 张波. 2021. 西昆仑布伦阔勒岩群中泥质高压麻粒岩的岩石学、年代学及其地质意义. 岩石学报, 37(2): 563-574.

任留东, 宗师, 王彦斌, 刘平. 2021. 东南极拉斯曼丘陵硼硅酸盐矿物组合硅硼镁铝矿-硼柱晶石-电气石的形成过程及其岩石学意义. 岩石学报, 37(2): 575-588.

任彦宗, 卢占武, 张新彦, 薛帅, 刘子龙, 程永志, 蔡玉国. 2021. 便携式节点地震仪数据采集和处理技术进展. 地球物理学进展, 36(2): 0779-0791.

孙丽静, 赵中宝, 潘家伟, 梁风华, 张进江. 2021. 鲜水河断裂带康定段雅拉河断裂深部应力应变状态及其孕震环境. 岩石学报, 37(10): 3225-3240.

唐索寒, 李津, 潘辰旭, 刘辉, 闫斌. 2021. 岩石铷-锶和钐-钕同位素标准物质的研制. 岩矿测试, 40(2): 285-295.

唐跃, 翟庆国, 胡培远, 王伟. 2021. 班公湖-怒江缝合带西段拉果错蛇绿岩中斜长岩成因及其对中特提斯洋演化的制约. 地质通报, 40(8): 1265-1278.

田怡红, 曾令森, 高利娥, 王亚莹, 侯可军. 2021. 藏南特提斯喜马拉雅晚二叠世酸性岩浆作用及其构造意义. 岩石学报, 37(10): 3035-3047.

田忠华. 2021. 缝合带结构的复杂性: 以苏鲁地区多期改造缝合带为例. 地质科学, 56(2): 635-666.

田忠华. 2021. 弧前构造带结构特征: 来自加利福尼亚. 地质科学, 56(2): 357-394.

万渝生, 颀颀强, 王惠初, 刘守偈, 初航, 肖志斌, 李源, 郝光明, 李鹏川, 董春艳, 刘敦一. 2021. 冀东地区始太古代早期-冥古宙锆石发现. 地质学报, 95(2): 277-291.

万渝生, 颀颀强, 王惠初, 李鹏川, 初航, 肖志斌, 董春艳, 刘守偈, 李源, 郝光明, 刘敦一. 2021. 冀东地区~3.8 Ga TTG岩石发现. 地质学报, 95(5): 1321-1333.

王丹, 郭敬辉, 马旭东. 2021. 太古宙TTG的Nb/Ta变化特征: 对“Nb/Ta悖论”的启示. 岩石学报, 037(02): 341-355.

王光文, 王海燕, 李洪强, 李文辉, 张晓卫. 2021. 地震正演技术在深反射地震剖面探测中的应用研究.



物探与化探, 45(4): 970—980.

王焕, 李海兵, 孙知明, 何祥丽, 刘栋梁, 潘家伟, 张蕾. 2021. 西藏羌塘裂谷带假玄武玻璃的发现及其岩石学特征与构造意义. 岩石学报, 37(10): 3131–3144.

王彦斌, 王浩, 任留东, 焦永艳, 仝来喜, Ian S WILLIAMS. 2021. 东南极Windmill群岛与罗迪尼亚超大陆聚合相关构造热事件的时代: 来自Bailey 半岛镁铁质片麻岩和淡色片麻岩锆石SHRIMP U-Pb年龄约束. 地质力学学报, 27(5): 768–782.

王宇晴, 董春艳, 白文倩, 颀颀强, 万渝生. 2021. 鲁西莲花山地区新太古代晚期二长花岗岩中的表壳岩包体—SHRIMP U-Pb 锆石定年和地球化学. 吉林大学学报(地球科学版), 51(1): 141–153.

王洋, 张洪瑞. 2021. 青藏高原东南缘碰撞造山结构与物质组成: 来自岩石地球化学和地球物理的联合约束. 地球科学与环境学报, 43(03): 449–468.

文飞, 田忠华. 2021. 辽东半岛辽河群变泥质岩变质变形研究: 对古元古代造山作用及折返过程的启示. 岩石学报, 37(2): 619–635.

吴琼, 李海兵, Marie-Luce Chevalier, 米桂龙, 李超, 何祥丽, 李亚林. 2021. 鲜水河断裂带乾宁段岩石特征与内部结构及其物理-化学性质. 岩石学报, 37(10): 3204–3224.

吴迪迪, 李舳, David Chew, 刘铁翊, 郭东海. 2021. 中亚造山带东南缘二叠纪-三叠纪花岗质岩浆演化对增生-碰撞过程的制约. 中国科学: 地球科学, 6, 906–926.

向忠金, 闫全人, 夏磊, 夏文静. 2021. 南盘江盆地南缘富宁-那坡地区早-中三叠世火山-沉积组合形成环境. 地质通报, 56(2): 430–448.

谢士稳, 刘福来, 王舫. 2021. 西南三江杂岩带景洪南部地区晚泥盆世火山岩的发现及意义. 岩石学报, 37(2): 481–496.

许王, 刘福来, 冀磊, 王舫, 徐文涛, 王丹. 2021. 西南三江德钦-维西地区中二叠-晚三叠世岩浆岩与古特提斯演化. 岩石学报, 37(2), 462–480.

薛怀民. 2021. 江南造山带东段皖浙交界附近晚中生代花岗岩类的年代学、地球化学与层圈相互作用讨论. 岩石学报, 37(2): 433–461.

薛怀民, 曹光跃. 2021. 大兴安岭黄岗梁火山构造隆起西南段火山岩相、火山构造格架与火山作用过程重溯. 地质学报, 95(3): 643–666.

闫臻, 付长垒, 牛漫兰, 张继恩, 肖文交, 王宗起. 2021. 造山带中增生楔识别与地质意义. 地质科学. 56(2): 430–448.

闫臻, 牛漫兰, 付长垒, 曹泊, 李秀财, 孙毅. 2021. 拉脊山昂思多蛇绿岩—增生杂岩1: 25 000专题地质图数据集. 中国地质, 66(21): 2671–2690.

杨胜标, 杨经绥, 李源, 薄容众, 张健, 李瑞保, 刘成军, 刘飞, 熊发挥, 陈晓坚. 2021. 新特提斯洋晚侏罗世岩浆作用: 藏南白朗地体辉绿岩锆石 U-Pb年龄和地球化学证据. 地质通报, 40(8): 1231–1246.

尹淑苹, 谢玉玲, 梁亚运. 2021. 碳酸岩岩浆演化过程中REE富集与分异的研究进展及碳酸岩中的矿物学分带. 矿床地质, 40(5): 949–962.

俞晓瑞, 蔡志慧, 何碧竹, 张盛生, 刘若涵, 郑孟林, 陈辉明, 李振宇. 2021. 青海共和盆地东北缘中-新生代热演化史: 来自沟后及当家寺岩体的低温热年代学证据. 岩石学报, 37(10): 341–3260.

张北航, 张进, 曲军峰, 赵衡, 牛鹏飞, 惠洁. 2021. 阿拉善东北缘晚中生代以来陆内变形、古应力特征



及构造背景. 地质通报, 40(1): 110-124.

张北航, 张进, 曲军峰, 赵衡, 王艳楠, 李锦轶, 牛鹏飞, 赵硕, 郑荣国, 李岩峰, 云龙, 张义平, 惠洁. 2021. 吕梁山—华北克拉通中部中生代基底卷入褶皱系统. 地球科学, 46(7): 2423-2448.

张北航, 张文龙, 张进, 曲军峰, 赵衡, 牛鹏飞. 2021. 内蒙古巴彦哈拉幅1:50000地质图数据库. 中国地质, 48(S2): 1-11.

张洪瑞, 侯增谦. 2021. 大陆碰撞造山与成矿过程: 扎格罗斯和喜马拉雅造山带对比. 地球科学与环境学报, 43(03): 436-448.

张进, 曲军峰, 刘建峰, 王艳楠, 赵衡, 赵硕, 张北航, 云龙, 杨亚琦, 牛鹏飞. 2021. 中亚造山带东段西拉木伦构造带的性质与演化: 来自变形和低温热年代学的约束. 沉积与特提斯地质, 41(2):190-217.

张建新, 路增龙, 毛小红, 滕霞, 周桂生, 武亚威, 郭祺. 2021. 青藏高原东北缘早古生代造山系中前寒武纪微陆块的再认识——兼谈原特提斯洋的起源. 岩石学报, 37(01): 74-94.

张晓伟, 童英, 赵辉, 王涛, 郭磊. 2021. 南蒙古东戈壁省石炭纪花岗岩成因——锆石U-Pb年代学、Sr-Nd-Hf同位素和地球化学证据. 岩石矿物学杂志, 40: 465-483.

张泽明, 丁慧霞, 董昕, 田作林等. 2021. 俯冲带变质作用与构造机制. 岩石学报, 37(11): 3377-3398.

朱建江, 刘福来, 刘福兴, 石闯, 王舫, 徐文涛. 2021. 胶-辽-吉造山带辽河群石墨矿碳同位素特征及成因分析. 岩石学报, 37(2): 599-618.

朱建江, 张立飞, 张璐. 2021. 俯冲带脱碳和固碳作用过程. 岩石矿物学杂志, 40(5):952-964.



