

DOI:10.19751/j.cnki.61-1149/p.2022.03.009

中亚西亚国际合作地质调查服务共建“一带一路”： 进展、成效与展望

马中平,孟广路,张晶,陈博,洪俊,刘明义,何子鑫

(中国地质调查局西安地质调查中心,陕西 西安 710054)

摘要:中亚、西亚及东欧国家与中国陆上相通,是丝绸之路的重要经济廊带。大地构造上,该区跨古亚洲和特提斯两大全球性构造-成矿域,元古宙至今其经历了多期次裂离、汇聚、增生和拼合的复杂演化过程和多期成矿作用,形成了众多世界级金属、非金属矿田和含油气盆地;其石油、天然气、铀、铜、铬、金、锰、铅锌、钾盐、硼、石墨等矿产资源探明储量位居世界前列。该区多数国家以资源驱动型经济为主,采矿业或油气工业为支柱产业,对于开展国际地质调查科研合作,交流地质调查与矿产勘查的理念与技术,服务和促进本国矿业经济可持续发展的愿望和需求十分强烈。笔者简要回顾了 20 年来西安地质调查中心与中亚、西亚及东欧国家开展的国际合作地质调查工作基本情况,重点介绍了与相关国家在地质矿产综合编图、跨境外矿带基础地质与成矿规律对比,地球化学合作填图、矿产资源潜力评价等方面所取得的重要进展成果和服务共建“一带一路”所取得的重要成效,并以合作共建中国-上合组织地学合作研究中心、服务“一带一路”高质量发展为目标,对将来与中亚、西亚及东欧国家进一步开展国际地质调查与科研合作进行展望。

关键词:地质调查;国际合作;中亚西亚;一带一路

中图分类号:P562

文献标志码:A

文章编号:1009-6248(2022)03-0120-09

International Cooperative Geological Survey in Central Asia and Western Asia for Severing and Jointly Building the Belt and Road Initiative: Progresses, Achievements and Prospects

MA Zhongping, MENG Guanglu, ZHANG Jing, CHEN Bo, HONG Jun, LIU Mingyi, HE Zixin

(Xi'an Center of China Geological Survey, Xi'an 710054, Shaanxi, China)

Abstract: Central Asia, western Asia and eastern Europe, the important corridor of the Economic Belt of the Silk Road, are connected with China on land. Tectonically, the main part of these areas stretches across the global tectonic-metallogenic domain of Paleo-Asian and Tethys Ocean, and has experienced complex geological evolution processes including supercontinent breakup, convergence, accretion, assemblage and multi-stage mineralization and formed many world-class mineral deposits and petroliferous basins. The reserves of petroleum, natural gas, uranium, copper,

收稿日期:2022-07-06;**修回日期:**2022-07-10;**网络发表日期:**2022-08-15;**责任编辑:**吕鹏瑞

基金项目:中国地质调查局项目(DD20160105, DD20190445, DD20201159, DD20201158),陕西省重点研发计划国际科技合作重点项目(2021KWZ-19)资助。

作者简介:马中平(1970-),男,博士,研究员。矿物学岩石学矿床学专业。主要从事中亚西亚国际合作地质调查与科研工作。

chromium, gold, manganese, lead, zinc, potassium salt, Boron, graphite and other mineral resources in these areas rank among the top in the world. Most of the countries in the region are mainly resource-driven economy, with mining or petroleum gas industries as their pillar industries, and have strong will for international technical cooperation and exchange on geoscientific research, geological survey and mineral exploration, so as to serve and promote the sustainable development of mining. This paper gives a brief review of the basic situation of international cooperation between Xī'an Geological Survey Center and the countries in Central Asia, Western Asia and Eastern Europe in the past 20 years, and introduces the mainly progresses and achievements on comprehensive mapping of geology, mineral resources, geochemistry, and the geological comparing of cross-border metallogenic belts and assessing of mineral resources potential, et on, all of which are important for jointly building the Belt and Road Initiative. With the goal of jointly building a China-SCO Geosciences Research Centre and serving the high-quality development of Belt and Road Initiative, the future international cooperation about geological survey and geoscientific research with countries in Central Asia, West Asia and Eastern Europe is prospected.

Keywords: geological survey; international cooperation; central Asia and western Asia; the belt and road initiative

中亚、西亚(及东欧)与中国陆上相通,是丝绸之路的重要经济走廊带,具有重要政治、经济和安全意义。按照中国地质调查局国际合作地质调查统一部署,西安地质调查中心主要负责与中亚(5国)、西亚(21国,含巴基斯坦)、东欧(3国,乌克兰、白俄罗斯、摩尔多瓦)等29国开展国际合作地质调查。

地质方面,中亚、西亚及东欧地区横跨古亚洲和特提斯两大全球性构造域,既包括劳亚古陆的主要部分,又囊括了冈瓦纳古陆裂解出来的某些陆块,主体由西伯利亚陆块、东欧陆块、阿拉伯陆块和印度陆块4个大型陆块区及夹持于其间的乌拉尔-蒙古、特提斯-喜马拉雅2个巨型造山带和众多微陆块组成(成守德,2010;吕鹏瑞等,2017;肖文交,2019;高俊等,2019;张海迪,2019),经历了多次裂离、汇聚、增生和拼合的复杂演化过程,被称为地球科学理论创新研究的天然实验室,是国内、国际众多研究者长期研究关注的焦点地区。资源经济方面,中亚、西亚及东欧29国国土面积为1 258万km²,占全球陆地面积的9.9%,人口7.1亿,占全球人口9.4%(吕鹏瑞,2021)。该地区复杂的地质演化过程伴随着强烈的多期、多阶段成矿与叠加改造作用(姚振凯等,2000;李胜祥等,2006;高俊等,2019;肖文交等,2019),为成矿元素迁移和巨量富集创造了有利条件,形成了众多世界级矿床和含油气盆地,其石油、天然气、铀、铜、铬、金、锰、铅锌、钾盐、硼、石墨等

矿产资源储量位居世界前列(吕鹏瑞,2021)。因此,本区多数国家以资源驱动型经济为主,采矿业或油气工业为支柱产业(吕鹏瑞,2021)。但是,中亚、西亚及东欧国家均为发展中国家,经济发展仍相对不高,以新冠疫情爆发前的2018年计,本区29国GDP总量仅为47 722亿美元,仅占全球GDP的5.5%(吕鹏瑞,2021)。近年来,由于勘查投入不足,部分国家除在油气勘查(土耳其、巴基斯坦、伊朗)方面取得重要进展外,多数国家在金属矿产方面鲜有重大勘查找矿突破。因此,对国际地质调查科研合作、吸引国际资本参与本国矿产勘查开发合作的愿望和需求十分强烈。

中国地质调查局高度重视与中亚、西亚国家的地学合作。特别是2013年以来,积极响应“一带一路”倡议,依托西安地质调查中心,持续加大与中亚、西亚及东欧等丝路沿线国家的地质调查与科研合作,并于2014年10月在原国土资源部、外交部支持下,开创性成立了“中国-上海合作组织地学合作研究中心”(简称中国-上合组织地学中心);2021年成立了中国地质调查局中亚和西亚矿业研究所,与中亚、西亚及东欧国家的国际合作迈向了新的台阶。笔者在简要回顾20年来西安地质调查中心国际合作境外地质调查工作开展情况的基础上,重点介绍“中国-上合组织地学中心”成立以来,与中亚、西亚及东欧国家相关地矿机构间的合作进展。

1 国际合作概况

1.1 合作起步(2003~2012 年)

2003 年起,为加强与周边国家主要成矿带成矿规律研究对比,在中国地质调查局统一部署和指导下,西安地质调查中心分别与吉尔吉斯斯坦地质矿产署、巴基斯坦地质调查局联合开展了涉及中吉天山、苏莱曼山-喀喇昆仑山的成矿规律研究对比与地质矿产综合编图;与塔吉克斯坦地质总局合作开展了塔吉克斯坦东帕米尔(中塔边境区)1:25 万地球化学调查填图。取得了重要国际合作成果,共享了资料数据,与三国地矿机构间建立了良好互信合作关系,培养和打造了西安地质调查中心国际合作地质调查人才队伍;并于 2011 年专门成立了从事中亚地质调查与科研合作的业务处室——中亚地质研究中心,为后续国际合作关系拓展与务实合作奠定了坚实基础。

1.2 快速发展(2013~2018 年)

2013 年“一带一路”倡议提出后,西安地质调查中心积极响应共建“一带一路”,引领服务中国企业“走出去”。2014 年 10 月经原国土资源部和外交部批准,依托西安地质调查中心开创性成立了“中国-上合组织地学合作研究中心”,西安地质调查中心的境外地质调查与科研国际合作步入快车道。依托中国-上合组织地学合作研究中心,在中国地调局、外交部、科技部支持下,先后与 13 个上合组织及丝路沿线中亚、西亚国家建立了合作关系。与乌兹别克斯坦、塔吉克斯坦、吉尔吉斯斯坦、巴基斯坦、伊朗、哈萨克斯坦等多个国家开展务实合作;在中亚、西亚重大基础地质问题和跨境成矿带地质背景与成矿规律研究、地质地球化学调查与矿产资源潜力评价、地学信息共享和人才联合培养等方面取得了重要进展与成效。

1.3 转型升级(2019~2022 年)

2019 年 3 月中国地质调查局提出了新时代境外地质工作转型升级目标要求,西安地质调查中心及时举办了境外地质调查企业需求对接与工作部署研讨会,深入了解中国企业在中亚、西亚及东欧地区开展矿业投资合作的现状与需求,充分发挥中国-上合组织地学中心平台作用,成立了企业专家咨询委员会,构建了中心、企业、合作国地矿机构“互馈互

利”合作机制,全力推进国际合作地质调查在工作理念、工作部署、调查内容、服务对象和服务方式的转型升级。同时,不断加强境外地质调查业务团队建设,2019 年 7 月,在原中亚地质研究中心基础上,扩编成立了境外地质室,于 2022 年 1 月将境外地质室调整为中亚和西亚地质调查合作中心,成立了中亚和西亚矿业研究所。本阶段,在局相关部室和国际矿业研究中心统一协调和指导下,西安地质调查中心充分发挥中国-上合组织地学中心国际合作平台作用,境外地质工作从只注重国际地质调查科研合作转变为“地质调查科研合作与区域矿业发展研究并重”,调查研究内容从只重视地质体的自然属性转变到“自然属性调查与社会属性调查并重”的新发展阶段,加强了中亚、西亚地区区域矿业发展与投资环境研究和矿业项目评价优选与推介,取得了重要阶段性进展与成效。

2 主要进展与成效

2.1 跨境成矿带编图与对比研究,深化地质背景与成矿规律认识

以国际合作为基础,开展了中亚西亚全域-重要跨境成矿带-重点国别-重点矿集区等不同范围不同比例尺(1:500 万~1:50 万)地质矿产综合编图(李宝强等,2014;孟广路等,2015),为从整体上了解掌握丝路沿线,尤其丝绸之路“中国-中亚-西亚”、“中-巴”两大经济走廊带的地质构造格架、区域地质背景、境内外巨型成矿带时空展布规律与优势矿产资源分布、资源勘查与矿业开发及相关规划制定等奠定了区域图件资料基础(吕鹏瑞等,2015,2016,2017,2019,2020;刘明义等,2016,2018;王斌,2017;张海迪等,2019;何子鑫等,2020)。同时。通过对中亚天山、特提斯造山带中东段重点地段的组成结构及重大构造-岩浆-成矿作用的剖析对比,进一步明确了域内重大地质构造界线及巨型成矿带的境内外延伸与成矿作用异同(洪俊等,2015,2017;陈博等,2016,2017;Hong et al. 2019;吕鹏瑞等,2020;张辉善,2021),探讨了古亚洲洋和古特提斯洋构造转换过程与中亚、西亚关键矿产成矿响应(李文渊,2018;李文渊等,2019)。

2.1.1 中亚天山造山带基础地质与成矿研究进展和认识

(1)北天山研究进展与认识:获得北天山阿克丘

兹榴辉岩多期次锆石(600~460 Ma)生长年龄,限制了哈萨克斯坦-北天山地体在早古生代的拼合过程;并在吉尔吉斯北天山识别出精确年龄为300 Ma的伸展环境下巨斑状或伟晶状碱性花岗岩;结合北天山前寒武纪基底和古生代沉积盖层的组成结构与火山-岩浆特征,经研究,认为境外(吉尔吉斯斯坦)北天山早古生代主体为活动陆缘,北天山洋盆(捷尔斯凯伊洋)于奥陶纪末—早中泥盆世闭合后转入后碰撞伸展阶段,其成矿作用和主要矿床类型主要为与晚寒武世—早奥陶世洋壳俯冲有关的斑岩型金铜矿、与中晚奥陶世同碰撞花岗岩相关的金矿及与志留纪—早泥盆世(440~410 Ma)后碰撞或造山后碱性花岗岩相关的稀土及稀有金属矿。这与中国北、中天山成矿作用差异显著。

(2)中天山研究进展与认识:厘定并揭示境外中天山从晚元古代到早古生代早中期具有完整沉积序列,其北缘为早古生代稳定的被动大陆边缘沉积,南缘主体为晚古生代活动陆缘,而其内部缺失志留系—中泥盆统,晚石炭—二叠纪陆相地层角度不整合于奥陶纪地层之上,并发育同沉积断层;早二叠世(295~280 Ma)后碰撞岩浆发育(陈博等,2016,2017)。中天山相应的成矿作用类型为元古代沉积变质型铁矿、晚古生代斑岩-矽卡岩型铜金多金属矿、造山型金矿、SEDEX型铅锌矿及晚古生代花岗岩相关的钨-铋-银-稀有金属矿等,成矿作用与南天山洋晚古生代北向俯冲-增生-碰撞-后碰撞伸展相关。

(3)南天山研究进展与认识:获得了吉尔吉斯-乌兹别克南天山蛇绿岩形成年龄(505~393 Ma);深入研究了南天山UHP变质岩P-T-t轨迹,确定了蛇绿混杂带基质中变质沉积岩性与物源;厘定了南天山被动陆缘沉积序列、增生楔构造变形机制与期次;并在乌、吉两国南天山上石炭统一二叠系底部发现了具有磨拉石特征的粗碎屑沉积,为构造背景及洋盆演化提供了新依据。提出境内外南天山增生楔的组成结构总体可对比,因基底组成与剥蚀程度不同,天山东-中-西段成矿作用有异,总结认为,南天山金属矿产以金-汞-锑-锡-钨为主,也存在较大规模的与碱性花岗岩相关的稀有金属矿化;成矿主要与南天山洋晚古生代造山后作用过程密切相关,其成矿时代主体为晚石炭世—早二叠世;三叠纪(248~212 Ma)走滑剪切对成矿有改造或破坏作用。

(4)中亚天山古生代花岗岩浆活动的时空规律:通过对中亚吉尔吉斯天山古生代花岗岩浆作用的时空演化格架的系统梳理和不同类型典型矿床深入解剖,建立了区域成矿模型,深入研究分析了天山古生代花岗岩浆作用与天山构造演化、重大成矿事件间的内在联系;揭示出境外天山早古生代花岗质岩浆作用局限于北天山,而晚古生代(主要是晚石炭—早二叠世)花岗质岩浆则在北、中、南天山都有广泛分布(陈博等,2016,2017);对于深化天山大地构造演化、深部作用及造山过程、境内外异同与成矿背景研究具有重要意义。

2.1.2 特提斯构造带中段基础地质与成矿研究进展和认识

(1)分析对比塔吉克帕米尔-中国西昆仑构造带组成与结构,提出了相应单元跨境连接方案(张海迪等,2019),并在塔吉克帕米尔发现了万奇河蛇绿混杂岩带,同时在其内发现了冈瓦纳相石炭纪冰水沉积,提出该蛇绿混杂岩带为劳亚古陆群与冈瓦纳古陆群的结合带。

(2)通过综合对比及实地调查,认为玛尔坎苏锰矿带(高永宝等,2017)延入塔吉克北帕米尔,并可延伸至阿富汗—伊朗境内,并在北帕米尔发现1条具良好找矿前景的金矿化蚀变带。

(3)通过对比,明确了特提斯巨型铅锌矿带西延至塔吉克东南帕米尔。实地解剖对比了巴基斯坦杜达铅锌矿(张辉善,2021)、中国火烧云、多宝山铅锌矿;在塔吉克帕米尔发现了相似的铅锌矿成矿条件、矿化露头及大规模铅锌地化异常。

(4)研究对比了巴基斯坦蛇绿岩带与中国雅江蛇绿岩带形成时代、地质特征及铬铁矿特征,建立了成矿模型;确定两者同属新特提斯洋残余,形成时代主体为中侏罗世—晚白垩世,侵位时代为古新世—始新世,建立了巴基斯坦穆斯林巴赫铬铁矿床多阶段成矿模式(洪俊等,2015)。

(5)综合研究对比了特提斯中东段(伊朗-巴基斯坦查盖-中国冈底斯)中新世16个斑岩铜矿及区带的时空展布、区域背景、矿床地质地化特征,总结了特提斯中新世构造演化及其斑岩型矿床成矿作用过程(吕鹏瑞等,2015,2020)。综合分析,认为40 Ma以来印度、阿拉伯板块与欧亚大陆全面碰撞,中新世(22~10 Ma)后碰撞阶段形成特提斯中东段的大陆碰撞型斑岩铜矿。

(6)首次在塔吉克帕米尔地区发现了火成碳酸岩,并将其与巴基斯坦和中国川西火成碳酸岩的成因机制、稀土稀有金属成矿作用及成矿前景进行了对比研究与探讨,提出其并非形成于陆内裂谷环境,而是形成于印度-欧亚大陆后碰撞阶段的认识(洪俊等 2017; Hong et al. 2019)。

2.2 国别地质调查与潜力评价合作,圈定找矿远景区和靶区

(1)利用中国先进的卫星遥感、地球化学调查技术,与乌兹别克斯坦、塔吉克斯坦、吉尔吉斯斯坦、巴基斯坦、伊朗、土耳其等国地矿机构合作,累计完成 1:100 万低密度地球化学(69 元素)调查填图 160 余万 km²、1:25 万地化填图 4 万 km²,编制了系列地球化学图件,圈定了一大批地球化学异常区,提升了合作国地质工作程度。

(2)采用地质背景与成矿规律研究+遥感地质调查+地球化学调查+GIS 技术评价的境外快速资源潜力调查评价方法,开展了国别尺度找矿战略远景区圈定与资源潜力评价定量预测;共圈定了优势矿产或战略性关键矿产找矿远景区 76 处,其中吉尔吉斯 20 处、塔吉克 35 处、乌兹别克 9 处、巴基斯坦 3 处、伊朗 3 处、中吉哈交界区 6 处。按照《境外矿产资源潜力评价技术指南》,针对所圈定的 49 处找矿远景区,按不同矿种进行了资源潜力评价和定量预测,共预测潜在资源量:金 21 916.91t、铜 1 195.89 万 t、镍 816.52 万 t、铀 99.53 万 t、锂 269.2 万 t、锑 633.61 万 t、锡 68.75 万 t、钨 20.81 万 t、铍 3.08 万 t、铂族元素 17.9 万 t。

(3)与吉尔吉斯地矿署合作建立了吉尔吉斯斯坦 1:5 万化探、自然重砂和金矿信息数据库;编制了中吉天山地球化学、成矿规律、找矿预测等系列图件;圈定了一批 1:5 万尺度的地球化学异常;开展了中吉天山区域矿产资源潜力评价研究与实地验证,圈定找矿靶区 21 处。

2.3 联合开展大型资源基地评价,实现多方共赢

采用“西安中心+合作国地矿机构+矿业企业”的工作模式,在巴基斯坦、塔吉克斯坦、吉尔吉斯斯坦、土耳其等国已有矿山及外围,或中资企业境外投资高度关注的矿集区内,与巴基斯坦地调局、塔吉克斯坦地质总局、吉尔吉斯斯坦工业能源与资源利用委员会、土耳其矿产勘探总局等合作,开展了 1:25 万、1:5 万、1:1 万等不同尺度地质地球化学填图

和遥感地质解译、蚀变信息提取等共计约 2 万 km²;并联合开展矿区关键地质问题、成矿条件与控矿因素研究,联合制定勘查方案。合作项目为企业矿山增储、外围找矿靶区圈定与找矿突破、矿权申办等奠定了扎实的地质工作基础,巩固了中心与境外地矿机构的合作伙伴关系,也满足了合作国地质调查科技合作的诉求,实现了多方共赢。

2.4 区域矿业研究与项目评价,服务规划制定与企业投资

(1)开展区域矿业发展与投资环境研究。系统梳理了中亚西亚东欧 29 国基本国情、地质矿产、投资环境、已有合作进展、地矿机构及合作需求、中资矿企投资情况,构建了中亚、西亚、东欧地区涵盖资源、政治、经济、安全等领域 5 大类、27 小类,共计 44 个指标的矿业投资环境评价指标体系,对域内 29 国矿业投资环境进行了评价(吕鹏瑞,2021);编写《全球矿业发展报告——中亚篇》,并针对哈萨克斯坦、吉尔吉斯斯坦、乌兹别克斯坦、塔吉克斯坦、巴基斯坦等主要合作国分别编制《国别矿业投资环境和投资条件报告》。

(2)开展矿产资源储量评估,构建区域地学与矿业大数据平台。完成了域内 14 个矿种近 1 000 个矿业项目的储量评估,参与完成并发布的《全球锂钴镍锡钾盐矿产资源储量评估报告和中国矿业 50 指数研究报告》入选 2021 年度中国地质调查十大进展;基于 Arcgis 平台和分布式大数据存储和 webgis 技术,集成多层次地质矿产、矿业开发多要素数据服务体系,研发上线了中国-上合组织地学研究中心信息发布系统,增强了服务能力。同时,围绕服务共建“一带一路”等,编制地质科技援助规划。起草的多份专题研究报告得到国家多部委批示肯定,为地质矿产领域服务共建“一带一路”国家规划制定提供了有力支撑。

(3)优选矿业投资项目,搭建国际交流平台。新冠疫情期间与中国商务部、乌兹别克斯坦地矿委、乌投资外贸部及驻华使馆、多家中国企业联合举办了两场“中国-乌兹别克斯坦矿产资源合作线上推介会”,与乌克兰地质与地下资源局联合举办“中国-乌克兰矿业投资线上推介会”。优选域内 18 个铜、金、镍、锂等矿业项目,从地质条件、勘查历史、资源潜力、开发条件、投资环境、风险因素等方面开展调研评估,编制专项投资推介报告,服务矿企业国际投资

参考。同时,针对中企投资合作高度关注的矿集区,编制地质矿产-投资环境系列图件,在优势矿产、矿业项目评级和评价基础上,优选推荐可投资合作的铜金矿项目、找矿靶区;针对多家有“走出去”意向但无明确投资区和投资项目的企业,精选乌兹别克斯坦、哈萨克斯坦、乌克兰等国最新矿业类国际招商项目或矿权空白区找矿靶区,制作项目资料数据包,并附招拍流程规则和国别矿业投资环境报告,引导企业参与境外矿业投资。

(4)服务企业参与国际矿业投资合作取得显著成效。通过上述精准服务企业的各项举措,西安地质调查中心境外地质调查工作有效促进了企业参与国际矿业投资合作,成功引导或协助4家中国企业在吉尔吉斯斯坦国获得8处矿权,3家企业与乌兹别克斯坦地矿委签署投资协议,另有3家企业以565万美元获得3处乌兹别克斯坦探矿权采矿权;6家企业正在就西安地调中心所推荐的矿业项目与哈萨克斯坦、塔吉克斯坦、巴基斯坦、乌克兰等国地矿投资管理机构进行投资谈判、勘查立项。带动陕西、河南、新疆等省区地勘单位在中亚地区开展后续勘查。西安地调中心也与4家企业签订境外地质调查科技成果转化合同。

2.5 成立中国-上合组织地学合作中心,影响力不断提升

上海合作组织遵循以互信、互利、平等、协商、尊重多样文明、谋求共同发展的“上海精神”,经过20年的发展,在安全、经济、人文等领域成绩显著,已成为世界上涵盖人口最多、覆盖地域最广的区域性国际组织,拥有巨大的经济合作潜力。上海合作组织国家是“一带一路”的支持者和参与者,2015年以来上合组织历届峰会发布的元首宣言以及总理会议公报均明确支持“一带一路”建设。

中国-上海合作组织地学合作研究中心成立于2014年。8年来,西安地质调查中心以中国-上合组织地学中心建设为契机,在促进上合组织国家睦邻友好、服务国际地质科技创新和矿业投资合作、深化国际人才交流培养等方面取得了系列进展与成效,丰富了上合组织合作内涵。地学中心已成为深化与上合组织国家睦邻友好的重要平台、国际矿业投资合作的桥梁和纽带、地质科技创新与成果交流的重要一极和国际地学文化交流使者的摇篮。

(1)推动高层对接与务实合作。积极构建国际

合作网络,以地学机构高层对接为纽带,连续在欧亚经济论坛及丝博会框架下成功举办“一带一路”国际地学合作与矿业投资论坛;在2021年首次举办上合组织国家地质调查局长论坛。先后促成俄罗斯、乌兹别克斯坦、巴基斯坦等13国地矿机构与自然资源部中国地质调查局签署地学合作谅解备忘录、项目合作协议近十份,积极组织 and 协调推动各类双(多)边务实合作项目的实施,被上合组织及国内外多个机构称为上合组织框架下“最务实的国际合作研究中心”。

(2)服务国家外交,促进睦邻友好。先后配合外交部、上合组织、陕西省、西安市等高质量完成外交考察与接待任务,累计接待国外政要、地学专家、国外主流媒体代表等200余人次。2018年在西安成功举办上合组织18国主流媒体参加的“中国-上合组织地学合作成果宣介会”,延续了“青岛峰会”效应,2021年应邀参加“上合组织成立20周年人文与工业展”。地学中心已成为上合组织、各国使领馆、经商参处了解中国与上合组织国家开展地学合作的重要窗口。2021年4月中国-上合组织地学中心获批成为“上合组织睦邻友好委员会会员单位”。

(3)促进地质科技创新与国际矿业投资合作。上合组织原秘书长阿里莫夫2017年在致中国-上合组织地学中心的信中表示,地学领域的合作对上合组织成员国的合作具有重要意义,是政府间科技合作框架下重要的合作领域。自上合组织地学中心成立以来,积极推动国际地质科技创新合作,创建地学大数据平台,研发信息发布系统,成立了卫星遥感技术中心,参与共建中巴地球科学中心,积极推动塔吉克斯坦智慧矿业技术示范基地建设和地学联合实验室共建。先后在西安、南非、塔什干、杜尚别、伊斯兰堡等地联合举办国际学术会议10余次,促进了国际地学创新与科技成果交流、信息共享与重大资源环境问题解决。多次举办国际矿业投资合作论坛和国际矿业项目推介会,促进了国际矿业投资合作,成为国际矿业投资的桥梁纽带。2016年和2021年中国地调局与分别与西安市、陕西省人民政府签署战略合作协议,共建中国-上合组织地学中心,在西安打造上合组织地学名片、国际地学合作“新高地”和矿业经济发展“新起点”,助力西安国际化大都市建设。目前,中心被授予“陕西省国际科技合作示范基地”,并在化学地球、深时数字地球等国际大科学计划中

发挥重要作用。

(4)深化国际地学人才培养和人文交流。中国-上合组织地学中心成立以来,累计为上合组织国家培养地学专业技术人员 200 余人,先后有 30 余位国外高级访问学者来西安短期学习交流,40 余位参与合作项目的国外优秀青年被推荐赴华深造,攻读硕士、博士学位。协助举办各类国际培训班 20 多期,并在西安成功举办“上合组织国家地质青年交流实践营”。2019 年,在中国地质调查局和中国地质大学(武汉)的共同推动下,成立了“中国-上合组织地学中心武汉学院”,3 年来面向上合组织成员国、观察员国、对话伙伴国招生 330 余名,人才培养体系不断优化,国际学生成果典型案例不断涌现。另外,西安地调中心国际合作地质调查及地学中心秘书处团队曾被评为中国地调局优秀团队典型、西安市“五一”劳动竞赛示范岗,其中,1 人获李四光地质科技奖,5 人先后荣获部科技与国际合作先进个人、局优秀地质人才、省科技新星和省先进工作者等荣誉称号,18 人次荣获塔吉克斯坦、巴基斯坦等国地矿机构颁发的地质工作突出贡献奖。

3 未来展望

中国与中亚、西亚及东欧国家山水相连,具有可对比的地质构造背景和类似的成矿规律与过程,共同面临着诸多资源环境及地质灾害问题,需要加强合作,携手应对。西安地质调查中心与中亚、西亚及东欧国家的地质调查与科研合作已走过了近 20 年的历程,取得了系列成果。未来,西安地质调查中心将继续依托并建实、建强上合组织地学合作研究中心国际平台,持续推进国际合作地质调查转型发展,积极落实“上合组织国家地调局长论坛”达成的共识与提出的合作倡议(2021.09),深化上合组织国家地学领域务实合作与交流,促进地球科学创新和区域经济可持续发展,为服务共建“一带一路”作出更大贡献。

(1)建立上合组织国家地质调查机构高层会商机制。在平等互信基础上,就共同关心的区域及国际重大资源环境及灾害问题定期开展平等对话交流,提出重大合作项目和重点合作方向,为促进域内国家的多双边地学合作把航定向。

(2)深化地学领域务实合作,谋求共同发展。紧

紧围绕各国促进国家经济可持续发展和提高社会民生福祉的重大需求,通过续签多双边合作协议,持续深化域内国家在基础地质调查、资源潜力评价、地矿科技研发、地质环境调查、生态系统保护和修复、地质灾害预警、预报与治理等领域务实合作,提高地质工作服务国家发展的能力和水平。

(3)加强地质矿产科技创新合作,推动绿色发展。遵循“绿色、安全、和谐、智能、高效”的发展理念,加强地矿新技术与装备的创新合作,推进科技政策和管理经验共享,开展智能调查、绿色勘查、绿色冶炼,智慧矿山、绿色矿山等新技术交流,助推形成覆盖矿业全链条、相关产业联动的绿色发展格局,有效降低生产成本和碳排放。

(4)加强矿业信息互通共享,促进合作共赢。加强各国间地学与矿业投资信息的互通共享,促进地质科技、矿业贸易、金融资本、政策法规等信息要素的交流与融合,为国际间矿业投资与贸易合作带来更多的便利,创造更多的机会,降低更多的风险。

(5)共商国际地学计划,推进区域地学发展。上合组织国家共处的亚欧大陆是国际地学界研究的热点和重点地区。在《上合组织科技合作伙伴计划》框架下,基于自愿和互信、互利、平等、协商的原则,共同商讨制定上合组织国家地学合作伙伴计划;针对亚欧大陆地质演化及其对资源形成、古气候古环境变化的制约等重大地学问题,开展国际联合科考、专题研究与学术研讨,促进区域地球科学创新发展,服务联合国应对气候变化等 2030 可持续发展目标。

(6)加强人文交流与人才培养,促进文明互鉴。持续加强上合组织国家地学青年科学家的学术互访、学历教育、技术培训、文化交流与青少年地球科学知识普及等方面交流合作,探索创新人才培养与人文交流的模式与途径,提升交流力度,促进文明互鉴和社会共同进步。

参考文献(References):

- 陈博,马中平,孟广路,等. 吉尔吉斯斯坦中天山地质特征及研究进展[J],中国地质,2016,43(2):92-103.
- CHEN Bo, MA Zhongping, MENG Guanglu, et al. The progress in geological study of Middle Tianshan Mountains within Kyrgyzstan[J]. Geology in China, 2016, 43(2): 458-469.

- 陈博,马中平,孟广路,等. 吉尔吉斯天山晚古生代岩浆活动及相关成矿作用[J]. 地质学报, 2017, 91(4):913-927.
- CHEN Bo, MA Zhongping, MENG Guanglu, et al. Late Paleozoic Magmatic Activities and Related Mineralization of Tianshan in Kyrgyzstan [J]. Acta Geologica Sinica, 2017, 91(4): 913-927.
- 成守德,刘通,王世伟. 中亚五国大地构造单元划分简述[J]. 新疆地质, 2010, 28(01):16-21.
- CHENG Shoude, LIU Tong, WANG Shiwei. The Brief Description of the Division of Tectonic Units in the Five-Countries in Central-Asia[J]. Xinjiang Geology, 2010, 28(01):16-21.
- 高俊,朱明田,王信水,等. 中亚成矿域斑岩大规模成矿特征: 大地构造背景、流体作用与成矿深部动力学机制[J]. 地质学报, 2019, 93(01):24-71.
- GAO Jun, ZHU Mingtian, WANG Xinshui, et al. Large-scale porphyry-type mineralization in the Central Asian metallogenic domain: tectonic background, fluid feature and metallogenic deep dynamic mechanism [J]. Acta Geologica Sinica, 2019, 93(01):24-71.
- 高永宝,滕家欣,陈登辉,等. 新疆西昆仑玛尔坎苏锰矿带成矿地质特征及找矿方向[J]. 西北地质, 2017, 50(1): 261-269.
- GAO Yongbao, TENG Jiaxin, CHEN Denghui, et al. Metallogenic Geological Characteristics and Prospecting Direction of Maerkansu Manganese Ore Belt in West Kunlun, Xinjiang[J]. Northwestern Geology, 2017, 50(1): 261-269.
- 何子鑫,张丹丹,曹积飞,等. 乌兹别克斯坦矿产资源现状与投资环境分析[J]. 中国矿业, 2020, 29(02):26-31.
- HE Zixin, ZHANG Dandan, CAO Jifei, et al. The current situation of the mineral resources in Uzbekistan and investment environment analysis[J]. China Mining Magazine, 2020, 29(02):26-31.
- 洪俊,计文化,张海迪,等. 帕米尔地区穆尔杂布辉长岩-闪长岩的成因:锆石 U-Pb 年龄、Hf 同位素及岩石地球化学特征的证据[J]. 中国地质, 2017, 44(4): 722-736.
- HONG Jun, JI Wenhua, ZHANG Haidi, et al. Petrogenesis of Murgab gabbrro-diorite from Pamir: Evidence from zircon U-Pb dating, Hf isotopes and lithogeochemistry [J]. Geology in China, 2017, 44(4): 722-736.
- 洪俊,姚文光,张晶,等. 新特提斯缝合带中段豆荚状铬铁矿成矿规律对比研究[J]. 地质学报, 2015, 89(09): 1618-1628.
- HONG Jun, YAO Wenguang, ZHANG Jing, et al. Comparative Study of Metallogenic Regularities of Chromite Deposits in the Middle of the Neotethys Suture Zone [J]. Acta Geologica Sinica, 2015, 89(09): 1618-1628.
- 李宝强,孟广路,王心泉,等. 中国新疆及中亚邻区地质矿产图(1:1 500 000)[M]. 北京:地质出版社, 2014.
- 李胜祥,韩效忠,蔡煜琦,等. 天山造山带山间盆地砂岩型铀矿成矿模式及找矿方向探讨[J]. 矿床地质, 2006, 25(S1):241-244.
- LI Shengxiang, HAN Xiaozhong, CAI Yuqi, et al. Metallogenic model and prospecting targets for Interlayer oxidation type sandstone-hosted uranium deposits in intermountain basins of the Tianshan orogenic belt[J]. Mineral Deposits, 2006, 25(S1):241-244.
- 李文渊,洪俊,陈博,等. 中亚及邻区战略性关键矿产的分布规律与主要科学问题[J]. 中国科学基金, 2019, 33(2): 119-123.
- LI Wenyuan, HONG Jun, CHEN Bo, et al. Distribution regularity and main scientific issues of strategic mineral resources in Central Asia and adjacent regions[J]. Bulletin of National Natural Science Foundation of China, 2019, 33(2): 119-123.
- 李文渊. 古亚洲洋与古特提斯洋关系初探[J]. 岩石学报, 2018, 34(8):2201-2210.
- LI Wenyuan. The primary discussion on the relationship between Paleo-Asian Ocean and Paleo-Tethys Ocean[J]. Acta Petrologica Sinica, 2018, 34(8):2201-2210.
- 刘明义,何子鑫,胡立,等. 乌兹别克斯坦铀成矿地质特征[J]. 地质科技情报, 2018, 37(02):97-102.
- LIU Mingyi, HE Zixin, HU Li, et al. Geological Characteristics of Uranium Mineralization in Uzbekistan[J]. Geological Science and Technology Information, 2018, 37(02): 97-102.
- 刘明义,孟广路,范堡程,等. 塔吉克斯坦铀成矿区地质特征及成矿预测[J]. 铀矿地质, 2016, 32(01):31-35.
- LIU Mingyi, MENG Guanglu, FAN Baocheng, et al. The Geological Features and Prospecting of Uranium Metallogenic Area in Tajikistan[J]. Uranium Geology, 2016, 32(01): 31-35.
- 吕鹏瑞. 丝绸之路沿线 29 国矿业投资环境评价[M]. 北京:地质出版社, 2021.
- 吕鹏瑞,马中平,洪俊,等. 巴基斯坦矿产资源潜力与矿业投资环境[M]. 北京:地质出版社, 2019.
- 吕鹏瑞,姚文光,张海迪,等. 巴基斯坦贾盖火山岩浆岩带斑岩型铜-金矿床地质特征、成矿作用及找矿潜力[J]. 地质学报, 2015, 89(09):1629-1642.
- LÜ Pengrui, YAO Wenguang, ZHANG Haidi, et al. Geo-

- logical features, mineralization and ore-prospecting potential of porphyry Cu – Au deposits in the Chagai volcanoplutonic belt, Pakistan[J]. *Acta Gelologica Sinica*, 2015, 89(09): 1629-1642.
- 吕鹏瑞, 姚文光, 张海迪, 等. 巴基斯坦成矿地质背景、主要金属矿产类型及其特征[J]. *地质科技情报*, 2016, 35(04): 150-157.
- LÜ Pengrui, YAO Wenguang, ZHANG Haidi, et al. Metallogenic setting, genetic types and geological features of main metallic deposits in Pakistan[J]. *Geological Science and Technology Information*, 2016, 35(04): 150-157.
- 吕鹏瑞, 姚文光, 张辉善, 等. 巴基斯坦及中国邻区构造单元划分及其演化[J]. *西北地质*, 2017, 50(3): 126-139.
- LÜ Pengrui, YAO Wenguang, ZHANG Huishan, et al. Tectonic Unit Division and Geological Evolution of Pakistan and Its Adjacent Regions[J]. *Northwestern Geology*, 2017, 50(3): 126-139.
- 吕鹏瑞, 姚文光, 张辉善, 等. 特提斯成矿域中新世斑岩铜矿岩石成因、源区、构造演化及其成矿作用过程[J]. *地质学报*, 2020, 94(8): 2291-2310.
- LÜ Pengrui, YAO Wenguang, ZHANG Huishan, et al. Petrogenesis, source, tectonic evolution and mineralization process of the Miocene porphyry Cu deposits in the Tethyan metallogenic domain [J]. *Acta Gelologica Sinica*, 2020, 94(8): 2291-2310.
- 孟广路, 王斌, 范堡程, 等. 中国-吉尔吉斯天山成矿单元划分及其特征[J]. *地质通报*, 2015, 34(04): 696-709.
- MENG Guanglu, WANG Bin, FAN Baocheng, et al. Classification and metallogenesis of metallogenic belts of the Tianshan Mountains in China and Kyrgyzstan[J]. *Geological Bulletin of China*, 2015, 34(04): 696-709.
- 王斌, 孟广路, 马中平, 等. 吉尔吉斯斯坦矿产资源潜力及矿业投资建议[J]. *中国矿业*, 2017, 26(11): 126-131.
- WANG Bin, MENG Guanglu, MA Zhongping, et al. Mineral resources potential and mining investment proposals in Kyrgyzstan[J]. *China Mining Magazine*, 2017, 26(11): 126-131.
- 西安地质调查中心. 乌兹别克斯坦、塔吉克斯坦及邻区矿产资源潜力评价[R]. 中国地质调查局项目成果报告, 2019.
- 肖文交, 宋东方, Brian F Windley, 等. 中亚增生造山过程与成矿作用研究进展[J]. *中国科学: 地球科学*, 2019, 49(10): 1512-1545.
- XIAO Wenjiao, SONG Dongfang, Brian F Windley, et al. Research progresses of the accretionary processes and metallogenesis of the Central Asian Orogenic Belt[J]. *Science China Earth Sciences*, 2019, 49(10): 1512-1545.
- 姚振凯, 刘翔. 中亚独联体五国铀成矿的大地构造背景[J]. *大地构造与成矿学*, 2000, 24(1): 1-8.
- YAO Zhenkai, LIU Xiang. Geotectonic Background of Uranium Metallogeny of the Commonwealth of Independent States Five Countries in Central Asia [J]. *Getectonica et Metallogeniam*, 2000, 24(1): 1-8.
- 张海迪, 吕鹏瑞, 罗彦军, 等. 塔吉克斯坦帕米尔地区构造单元划分及其特征[J]. *地质与勘探*, 2019, 55(01): 135-144.
- ZHANG Haidi, LÜ Pengrui, LUO Yanjun, et al. Tectonic Unit Division of the Pamir Area in Tajikistan and its Geological Characteristics [J]. *Geology and Exploration*, 2019, 55(01): 135-144.
- 张辉善. 新特提斯构造域中东段 沉积岩容矿铅锌成矿作用: 以青海多才玛和巴基斯坦杜达矿床为例[D]. 合肥: 中国科学技术大学博士论文, 2021, 1-229.
- ZHANG Huishan. Lead-zinc mineralization in sedimentary rocks of the middle-eastern segment of the new Tethys tectonic domain; a case study of the Dorcima and Duda deposits in Qinghai Province, China[D]. Hefei: University of Science and Technology of China, 2021, 1-229.
- Hong J, Ji W H, Yang X Y, et al. Origin of a Miocene alkaline-carbonatite complex in the Dunkeldik area of Pamir, Tajikistan: Petrology, geochemistry, LA – ICP – MS zircon U – Pb dating, and Hf isotope analysis[J]. *Ore Geology Reviews*, 2019, 107: 820-837.