

## 山东省2021年度省级地质勘查项目成果综述

陈磊,侯建华,郭晶,王丽娟,高华丽,杨振毅,黄永波,张业智\*

(山东省地质调查院(山东省自然资源厅矿产勘查技术指导中心),山东 济南 250014)

**摘要:**2021年省级地质勘查项目经过两年的实施,全部项目已按计划完成并通过成果验收,并取得了丰硕成果。新圈定金、富铁、稀土等战略性矿产找矿靶区21处,提交矿产地5处,为山东省经济社会高质量发展提供了资源支撑;生态地质、旅游地质、农业地质、海洋地质、地热地质等基础地质调查成果丰硕,为服务山东新旧动能转换、乡村振兴、海洋强省建设等重大战略实施提供了基础地质保障。

**关键词:**省级地质勘查项目;勘查成果;地质找矿;山东省

**中图分类号:**P622<sup>+</sup>.1

**文献标识码:**A

**doi:**10.12128/j.issn.1672-6979.2024.03.001

**引文格式:**陈磊,侯建华,郭晶,等.山东省2021年度省级地质勘查项目成果综述[J].山东国土资源,2024,40(3):1-5. CHEN Lei, HOU Jianhua, GUO Jing, et al. Summary of the Achievements of Provincial Geological Exploration Projects in Shandong Province in 2021[J]. Shandong Land and Resources, 2024, 40(3): 1-5.

## 0 引言

山东省省级地质勘查项目是由山东省自然资源厅安排部署,省自然资源厅矿产勘查技术指导中心负责组织实施的省财政出资的地质勘查项目。2021年省级地质勘查项目实施周期为2021年6月—2023年6月,以基础地质调查,矿产资源勘查,生态地质、旅游地质、地热地质、海洋地质调查和地质科学研究等方向为重点,共安排部署省级地质勘查项目72个,总经费约1.6亿元。

## 1 基础矿产地质调查支撑找矿行动凸显新作用

(1)聚焦胶东金矿基础调查区,在栖霞-蓬莱金成矿带首次开展1:2.5万高精度、大比例尺区域地质矿产调查,对成矿带进行详细解剖,精细刻画与金及多金属成矿作用有关的地质体,建立了栖霞地区金多金属成矿模式<sup>[1]</sup>,明确主成矿期成矿时间在1.15亿~1.25亿a;同时,开展成矿预测,预测区内金潜在资源量128.46t,银177.37t,圈定成矿靶区6处,新发现矿(化)点11处,其中金矿(化)点9处,铜

矿点2处,金铜多金属矿点1处。

(2)聚焦鲁西铁矿基础调查区,在济南莱芜富铁矿重点勘查区开展1:5万区域矿产地质调查,首次进行区内岩石建造的详细研究和划分,研究建造与成矿关系,总结成矿规律,重点开展铁矿、金矿和稀有金属矿的成矿预测和潜力评价,划定6个找矿靶区,新发现矿(化)点7处。

## 2 地质找矿取得新进展

(1)加快实施胶东金矿区深部探测,新发现金矿体11个,推断资源量2674kg。部署开展胶莱盆地东部海阳垛崮顶—乳山南地口地区金铅锌调查评价项目,在乳山于家圈地区新发现9条金矿化蚀变带<sup>[2]</sup>,圈定金矿体5个、铅矿体2个、钼矿体1个,推断金金属量2125kg;部署开展栖霞地区金矿深部成矿潜力评价,在笏山金矿床深部揭露矿(化)带8个、金矿体4个,首次在1200m以下控制了金矿体,最高品位4.56g/t,圈定2个找矿靶区,预测金金属量126.547t。

(2)围绕莱芜富铁矿富集区,加快勘查进度,扩

收稿日期:2024-03-07;修订日期:2024-03-13;编辑:陶卫卫

基金项目:山东省2021年省级地质勘查项目

作者简介:陈磊(1983—),男,山东平度人,高级工程师,主要从事地质勘查管理工作;E-mail:chenlei2009@163.com

\*通讯作者:张业智(1987—),男,山东泰安人,高级工程师,主要从事地质勘查管理工作;E-mail:dkswyz@163.com

大富铁矿资源量<sup>[3-5]</sup>,在莱芜地区新探明富铁矿资源量176.8万t。部署开展莱芜区港里—垂阳地区富铁矿普查、莱芜区角峪地区富铁矿普查项目,角峪地区施工钻探工程揭露铁矿体约3.25m,TFE平均品位53.38%,探求铁矿推断资源量25.5万t;港里—垂阳地区新增富铁矿资源量151.3万t,区内累计探明富铁矿推断资源量254.7万t,提交矿产地1处。

(3)加强“三稀”战略性矿产调查评价,部署开展新泰市桃花峪—石棚地区金及稀有矿产普查项目,首次发现锂辉石花岗伟晶岩型锂矿,圈定金矿体2个,稀有金属矿体4个,探求金推断资源量262kg,平均品位4.45g/t;铌金属氧化物推断资源量18t, Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>平均品位0.015%;钽金属氧化物推断资源量12t, Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>平均品位0.010%;锂金属氧化物推断资源量13t, Li<sub>2</sub>O平均品位0.653%;铍金属氧化物推断资源量47t, BeO平均品位0.066%;伴生铷金属氧化物资源量125t, Rb<sub>2</sub>O平均品位0.133%,首次探求了山东省铌、钽等稀有金属资源量。部署开展微山县都山西北部地区稀土矿调查评价项目,新发现矿体9个,新增稀土氧化物资源量4.5354万t, TRE<sub>2</sub>O<sub>3</sub>平均品位1.47%。新增伴生镓推断资源量89.0t,平均品位0.02%,提交小型稀土矿床1处,并伴生小型镓矿床<sup>[6]</sup>。

(4)持续推进晶质石墨战略性矿产资源勘查,部署开展莱西市上吕家庄地区石墨矿普查项目,查明了区内主要赋矿层位为古元古代荆山群徐村石墨岩系段内,赋矿岩性为含石墨黑云变粒岩、含石墨黑云透辉变粒岩,圈定石墨矿体13个,主矿体平均厚度10.30m。探求石墨矿推断资源量23.43万t,提交中型晶质石墨矿床1处。

(5)拓展铜、铅锌多金属矿找矿新空间,部署开展五莲县分岭山—诸城市桃林地区金铜调查评价项目,在高阁庄—桃林重点工作区圈定矿化蚀变带11条,矿化体7条,矿体8条,在马耳山重点工作区圈定金矿化体1条,推断Pb金属量2313.69t, Zn金属量1622.56t, Cu金属量132.53t, Mo金属量17.24t,圈定了6处找矿靶区,预测钼潜在资源量2748.19t,铅潜在资源量315199.89t,锌潜在资源量207545.79t,铜潜在资源量5543.40t。部署开展栖霞市香乔—福山王家庄铜多金属矿深部调查评价项目,香乔重点工作区施工钻探工程累计见矿厚度191.92m,铜品位0.093%~1.30%,新增铜矿推断

资源量1.7443万t,钼矿推断资源量304t,预测潜在铜金属量22.2938万t,深部具有较大找矿潜力;部署开展五莲县七宝山窑头地区铜铅锌多金属矿普查(续作)项目,圈定铅锌多金属矿体7个,硫铁矿体3个,铜矿体2个,铜金矿体1个,探获推断铅锌矿矿石量209684.45t,金属量5757.36t,硫铁矿矿石量301459.04t,纯硫74134.43t。

(6)萤石、明矾石等矿产取得新突破,部署开展肥城市狼山地区萤石矿普查项目,圈定5条萤石矿化带,萤石矿体2个,赋矿岩石为新太古代傲徕山序列孙家峪单元细粒二长花岗岩,萤石(CaF<sub>2</sub>)品位45.91%,厚度1.61m,新增萤石矿推断资源量(CaF<sub>2</sub>)4.8万t,区内累计估算萤石矿推断资源量14.19万t。部署开展莒南县黄山子地区明矾石矿普查项目,圈定矿化带5个,明矾石矿体13个,探求明矾石推断资源矿石量93.8万t,矿物量25.8万t,提交明矾石矿产地1处。

(7)开展中深层地热田精准勘查,服务清洁能源合理开发利用。在地热资源丰富的鲁西地区优选嘉祥潜凸起、菏泽断裂北部、无棣碣石山、东营凹陷西部等4个地热田开展地热资源勘查评价工作,查明地热资源赋存条件,分析研究地热资源成因机理,成功实施4眼探采结合地热井,总涌水量14660m<sup>3</sup>/d,水温48~59℃。计算评价了菏泽断裂北部、无棣碣石山、东营凹陷西部3个地热田地热资源总量和可采资源量,分别为4.99×10<sup>19</sup>J和73.64亿m<sup>3</sup>/a,可供暖面积8688万m<sup>2</sup>,年可替代标准煤42.03万t,年可减排二氧化碳100.28万t,年可节省环境治理费7.58亿元,经济、社会、环境效益显著,为地热资源科学开发利用提供能源保障。

### 3 综合地质调查助力黄河流域生态保护和高质量发展取得新成效

(1)围绕黄河流域生态保护,部署开展黄河口国家公园(垦利段)生态环境地质调查项目,查清了2条监测剖面上黄河侧渗范围,查明了黄河口国家公园(垦利段)植被生态和土壤盐渍化的时空分布特征,划分了生态地质功能区划,指出了各区存在的生态地质环境问题,并提出了相应的保护对策建议,为黄河流域高质量发展提供了基础地质资料。

(2)大力解决缺水地区用水问题,部署开展1:5万孝里、石横幅水文地质调查项目,施工探采结

合孔10眼,总涌水量2.74万 $\text{m}^3/\text{d}$ ,解决了当地10000余人的生活用水及300余公顷农田的灌溉用水问题,取得了显著的经济社会效益;部署开展平原—禹城高氟区水文地质调查评价项目,查明了区内高氟水空间分布特征,对低氟地下水资源量进行评价<sup>[7-8]</sup>,优选3个有利地段,实施了3眼供水示范井,总出水量5545.44 $\text{m}^3/\text{d}$ ,为当地村民饮用水安全和乡村振兴战略实施提供了地质保障。

## 4 旅游地质和特色农业地质调查服务乡村振兴取得新成绩

(1)结合地质文化村(镇)建设需求,部署开展沂源县南鲁山镇、枣庄山亭区徐庄镇、莱芜区茶业口镇等特色地质小镇地质调查评价,摸清了地质遗迹资源、自然景观资源家底<sup>[9]</sup>,制作了特色文化村镇宣传VR全景视频、主题画册、科普网站等文化产品,规划了10条特色旅游路线,提出了旅游地质+文化产业开发利用建议,进一步夯实“地质+旅游”基础,助力当地经济发展,其中济南市茶业口镇入选全国第二批地质文化村(镇)。

(2)加强农业地质调查,部署开展土壤—农产品硒元素迁移转化调查评价项目,查明全省土壤和农产品中硒的分布特征<sup>[10]</sup>,济南—淄博—淄川和枣庄—临沂一带是山东省内富硒土壤主要分布区,总面积超过2000 $\text{km}^2$ ,研究了硒元素在土壤—农产品系统中的迁移转化规律及其影响因素,推动特色土地资源的开发利用。

## 5 海洋地质调查助力海洋强省战略取得新成果

(1)围绕重要海岛保护和利用,部署开展威海市刘公岛及周边海域综合地质调查项目,查明了刘公岛地质资源分布情况,施工水文地质钻孔1眼,有效缓解海岛内淡水资源短缺问题,为海岛开发规划提供技术和资源保障;评价了刘公岛及周边海域资源环境承载能力,构建了刘公岛海陆联合三维地质模型,为海陆统筹规划和建设提供了直观展示平台。部署开展烟台市崆峒群岛及毗邻海域综合地质调查项目,查明了崆峒群岛及毗邻海域水文地质特征,对地下水质量进行了评价分区,查明并分析评价区内地下水环境问题和地质环境问题,为崆峒岛地下水合理的开发利用提供依据,建设地下淡水井2处,缓解了岛上吃水难问题。

(2)围绕海洋牧场规划建设,部署开展长岛海洋生态文明综合试验区海洋地质环境调查评价项目,查明海域海底地形地貌特征、海底浅层沉积物的沉积特征,对海水质量、沉积物质量、对海域地质灾害、海洋资源环境承载力等进行了总结分析,并对海域地质环境进行了综合评价分区,为海洋牧场建设、海洋资源开发及工程建设等提供数据支撑。

(3)围绕海砂资源合理开发利用,部署开展青岛海域海砂资源调查评价项目、日照海域海砂资源调查评价项目,初步查明青岛海域和日照海域的海底地形地貌、水动力条件、海底沉积物地球化学特征,初步查明海底地层结构及沉积演化历史,总结了成矿地质条件、控矿因素、成矿规律和成矿模式,圈定海砂矿体7个,估算海砂资源7.34亿 $\text{m}^3$ ,同时发现伴生锆英石矿赋存潜力区,为缓解建设用砂资源短缺提供了有效的资源保障。

## 6 应用基础研究解决重大地质问题取得新路径

(1)重大地质问题研究取得新突破,部署开展山东省中生代地层年代格架和盆山演化及其古气候地质调查项目,重新厘定了山东省中生代盆地的岩石地层和年代地层格架,修编了山东省中生代地质图,利用碳酸盐C、O稳定同位素、红层硝酸盐N、O稳定同位素分析资料,以及植物孢粉化石样品、风成沉积和矿物学证据,对中生代关键时期古气候的演化规律进行了研究,在胶东地区识别出省内最古老的变质表壳岩残留体,为研究胶东地区太古代沉积—火山岩序列以及指导找矿提供基础支撑<sup>[11-13]</sup>。

(2)找矿理论体系不断完善,部署开展胶西北地区金矿成矿作用研究及深部成矿预测项目,以研究胶西北金矿成矿物质来源、成矿作用过程、深部成矿预测为目标,通过大量的岩石化探数据、同位素测试、原位LA-ICP-MS U-Pb测年等工作,确定了胶东金矿矿源层,厘定了金矿床成矿作用过程,进行了成矿预测,圈定了找矿靶区,评价金矿资源潜力,指明找矿方向,同时对胶西北深部金矿进行了系统预测,预测3000m以浅金资源量3997t,5000m以浅7497t。

(3)技术装备攻关取得新突破,部署开展矿山应急救援大口径定向快速钻探技术研究及应用项目,研发大口径快速钻探装备,在国内首次按照抢险救援模式实施了大口径快速成井技术研究实验,构建

了一套先导孔施工、松散层大口径快速钻进、基岩段集束式空气潜孔锤反循环和气举反循环钻进、成孔和透巷大口径快速钻进工艺流程,技术工艺达到国内领先水平,为攻克大口径救援通道钻孔这一世界性难题提供全方位的技术支撑。

(4)标准体系不断健全,编制《1:25000 深变质岩区区域地质矿产调查规范》《地质文化村镇调查与评价规范》《山东省天然富硒土壤标准》《矿山地面钻探救援技术规范》《锰矿石化学物相分析方法碳酸锰、氧化锰、硅酸锰中锰含量的测定顺序提取法》《锌矿石化学物相分析方法硫酸锌、锌氧化物总量、硫化锌、其他形态锌矿物、异极矿(硅锌矿)中锌含量的测定顺序提取法》等6项技术标准。

(5)持续推进“透视山东”建设,搭建了全省三维地质模型,完成全省5.7万个、总进尺约1965万m钻孔数字化标准化入库,完成馆藏3800余档成果资料的整理和数字化入库,完成了全省陆域15.8万km<sup>2</sup>省级尺度三维地质模型和291处矿产地及焦家-三山岛金成矿带精细化三维地质模型构建,完成了淄博、聊城等8市的城市地质模型融合,为山东省自然资源管理、国土空间规划等提供了可“即时分析、实时展现”的三维地质数据基础。搭建了地质信息综合利用管理平台,接入了前期已完成的地质成果数据库、钻孔数据库和不同尺度三维地质模型等数据,设计了地质勘查信息化管理、重大工程选址等9大应用场景,实现对全省地质成果数据的信息化存储管理和分析应用,大幅提升了全省地质工作的信息化管理水平<sup>[14-15]</sup>。

## 7 结语

在山东省自然资源厅正确领导下,在各级自然资源主管部门的支持和各单位承担单位的不懈努力下,2021年省级地质勘查项目取得了丰硕成果,找矿工作持续突破,地质调查服务领域持续拓展,圆满完成既定目标任务。下一步,省级地质勘查项目的部署将紧紧围绕支撑服务国家及省重大战略实施,深入推进新一轮找矿突破战略行动,聚焦能快速突破和有望形成大型矿产地的重点调查区和重点勘查区,深勘精查、攻深找盲,力争在新增资源量和新探明储量矿种上实现“双突破”,进一步提高山东省战略性矿产资源保障能力。同时,进一步加强成果转

化应用,加大成果推介力度,向地方政府及有关部门移交一批旅游地质、农业地质、海洋地质等典型成果,切实提升省级地质勘查项目服务水平,拓展地质成果应用领域。

## 参考文献:

- [1] 宋明春,王洪军,刘洪波,等.胶西北金矿控矿断裂深部特征及对找矿的启示:来自地球物理探测的证据[J].中国地质,2024,51(1):1-16.
- [2] 刘晨晨,陈磊,李秀章,等.山东省乳山市于家圈金矿地质特征及找矿前景探讨[J].山东国土资源,2023,39(3):30-37.
- [3] 郝兴中,刘芳,杨振毅,等.山东省莱芜式矽卡岩型铁矿成矿规律及勘查前景[C]//山东省地质学会.华东六省一市地学科技论坛文集.济南:山东科学技术出版社,2023. DOI:10.26914/c.cnkihy.2023.077943
- [4] 董健,李肖鹏,付超,等.高精度重磁方法寻找隐伏矽卡岩型铁矿[J].物探与化探,2024,48(1):31-39.
- [5] 郝兴中,孙斌,张文,等.鲁西地区铁矿类型特征及成矿谱系[J].科学技术与工程,2023,23(35):14988-15001.
- [6] 兰君,李兆令,张鹏,等.重磁放综合物探方法在鲁西微山稀土矿勘查中的应用[J].物探与化探,2023,47(6):1417-1424.
- [7] 吴光伟,李浩林,王庆兵,等.鲁西北平原地下水高氟与高碘成因分析[J].岩矿测试,2023,42(4):793-808.
- [8] 杨丽芝,卫政润,朱恒华,等.山东省水工环地质工作进展与展望[C]//山东省地质学会.华东六省一市地学科技论坛文集.济南:山东科学技术出版社,2023. DOI:10.26914/c.cnkihy.2023.077949.
- [9] 王吉涛,刘云龙,邢楠,等.济南市莱芜区茶业口镇地质遗迹特征及地质文化镇建设与建议[C]//山东省地质学会.华东六省一市地学科技论坛文集.济南:山东科学技术出版社,2023. DOI:10.26914/c.cnkihy.2023.077930.
- [10] 滕永波,边荣春.土壤-玉米中硒元素迁移富集特征研究:以山东省济南市章丘区宁家埠镇为例[J].山东国土资源,2023,39(12):66-74.
- [11] 王晶晶,朱学强,王金光,等.山东省莱西地区白垩纪王氏群地层中的滑塌构造及其成因[J].山东国土资源,2022,38(8):16-22.
- [12] 秦杰,朱学强,王丽娟,等.鲁西潘店铁矿成矿岩体成因:锆石U-Pb年代学和地球化学证据[J].山东国土资源,2023,39(3):14-22.
- [13] 倪璋懿.鲁西铁铜沟岩体地球化学特征及硫化物包体成矿指示[D].石家庄:河北地质大学,2023. DOI:10.27752/d.cnki.gsjsj.2022.000793.
- [14] 史国萍,马瑜宏,朱恒华,等.基于GIS的钻孔资料信息化入库工作研究[J].山东国土资源,2023,39(8):63-66.
- [15] 刘超,吕三和,刘春华,等.矿产资源立体化管理研究与应用:以“透视山东”为例[J].城市勘测,2024(1):178-182.

## Summary of the Achievements of Provincial Geological Exploration Projects in Shandong Province in 2021

CHEN Lei, HOU Jianhua, GUO Jing, WANG Lijuan, GAO Huali, YANG Zhenyi, HUANG Yongbo, ZHANG Yezhi

(Shandong Institute of Geological Surveying (Mineral Exploration Technical Guidance Center of the Department of Natural Resources of Shandong Province), Shandong Jīnan 250014, China)

**Abstract:** After two years of implementation, all provincial—level geological exploration projects in 2021 have been completed as planned and passed the results acceptance, achieving fruitful results. 21 strategic mineral exploration targets such as Xinquan deposit, rich iron and rare earth have been identified, and 5 mineral sites have been submitted. It will provide resource support for high quality economic and social development in Shandong province. The successful and fruitful basic geological surveys of ecological geology, tourism geology, agricultural geology, marine geology and geothermal geology have provided basic geological guarantees for the implementation of major strategies, such as serving the transformation of new and old kinetic energy in Shandong, rural revitalization, and the construction of a strong marine province.

**Key words:** Provincial geological exploration projects; exploration achievements; geological prospecting; Shandong province