

山东省铅锌矿床类型、地质特征及找矿远景

王奎峰^{1,2,3}, 郭宝奎^{2,3}, 陈晓曼⁴, 舒磊^{2,3}

(1.中国矿业大学资源与地球科学学院, 江苏 徐州 113001; 2.山东省地质科学实验研究院, 山东 济南 250013;

3.山东省金属矿产成矿地质过程与资源利用重点实验室, 山东 济南 250013;

4.中化地质矿山总局山东地质勘查院, 山东 济南 250013)

摘要:根据已有山东省铅锌矿的找矿科研成果及山东省铅锌矿产资源利用现状调查成果,分析了山东省铅锌矿资源分布、储量现状和不同铅锌矿床类型地质特征。在参考借鉴前人研究成果的基础上,归纳总结将山东省铅锌矿床类型划分为斑岩型、热液充填脉型、碳酸盐岩型、共伴生型4种,其中,前三种是主要类型,储量占比较大。在此基础上,结合铅锌矿资源形成地质背景、物化探异常和时空分布特征,划分出了威海-荣成、安丘-诸城、烟台福山-栖霞、沂源-沂水县、五莲县七宝山等5个找矿远景区。

关键词:铅锌矿床类型;储量现状;地质特征;找矿远景;山东省

中图分类号:P618.42;P618.43 **文献标识码:**A **文献标识码:**1672-4135(2012)04-0260-08

山东省铅锌矿资源不多,探明资源储量少,矿床(点)分布零散,矿床规模基本上都为中小型矿床。目前,山东省铅锌矿资源匮乏,加强科学找矿以增加后备资源储量迫在眉睫。由于铅锌矿储量小,成矿条件较差,以往国内外学者对山东省铅锌矿床的研究只限于个别的矿床(点)^[1-12],因此,从全省的角度来对铅锌矿床类型、特征、成矿远景等方面进行系统的归纳总结很有必要。通过对山东省以往铅锌矿找矿科研成果和笔者参与的山东省铅锌矿资源储量利用现状的调查总结,本文对山东省的铅锌矿床的类型、分布特征、地质特征及成矿远景等方面进行了系统研究归纳,以期对地质找矿及研究提供参考借鉴。

1 山东省铅锌矿资源及分布概况

截止到2009年底,山东省查明累计铅金属资源储量约58万吨,保有资源储量约37万吨,锌金属资源储量约51万吨,保有资源储量约37万吨。根据山东省铅锌矿区矿物组合及资源状况,可分为主产矿区铅锌矿和伴生矿区铅锌矿两大类。在查明铅锌矿中,有主产矿区铅矿(单一矿及锌、铜、金等

多金属的共生矿)13处,查明铅金属资源储量约49万吨,占全省铅矿总资源储量的84%;伴生矿区铅矿(金、银、铜的伴生矿)24处,查明资源储量约9万吨,占全省总资源储量的16%。在查明锌矿区中,有主产矿区锌矿(铅、铜、金、多金属等的共生矿)10处,查明锌矿金属资源储量约44万吨,占全省锌矿总资源储量的86%;伴生矿区锌矿(金、银、铜的伴生矿)14处,查明锌矿资源储量约7万吨,占全省锌矿总资源储量的14%^[13,14]。

铅锌矿为山东省短缺矿种,主要为小型矿床和矿点(图1,表1)。其中,大部分矿区为铅锌的共生矿,独立铅矿或者锌矿很少。山东省铅锌矿区在区域上主要分布在鲁东地区,如烟台市的栖霞、招远、龙口,青岛市的平度,威海市的荣成、乳山及潍坊市的安丘等地。在鲁西地区仅见于汶上县、沂水县、邹平县。在地质构造部位上,铅锌为主的多金属矿床主要分布在沂沭断裂带、胶莱盆地周缘、胶南-威海造山带及其他中生代火山岩盆地内。从成矿时间上来看,燕山晚期是铅锌矿形成的主成矿期,部分可能延续至古近纪,成矿与太平洋板块向欧亚板块

收稿日期:2012-05-31

基金项目:国土资源部“全国矿产资源利用现状调查”专项(国土资发(2007)192号)“山东省铅锌矿产资源利用现状调查”项目

作者简介:王奎峰(1981-),男,山东泰安人,工程师,博士研究生,地质资源与地质工程专业,Email:maplewkf@126.com。

俯冲挤压期后的伸展拉张阶段相吻合^[4,8,10]。

2 矿床类型及地质特征

山东铅锌矿主要矿床类型有斑岩型铅锌矿床和热液充填脉型铅锌矿床、碳酸盐岩型铅矿床以及共伴生型铅锌矿 4 种类型。山东省铅锌矿床有一半以上为金银及铜矿床的伴生矿床(主要在胶东),以铅锌矿为主的矿床有 10 来处^[4],其中有代表性的矿床类型为斑岩型、热液型、碳酸盐岩型。主要矿床为栖霞香奂铅锌矿^[3]、安丘白石岭铅锌矿^[4,10]、安丘担山铅锌矿^[13,14]、安丘宋官疃铅锌矿^[13,14]、龙口凤凰山铅锌矿^[13,14]、沂水夏蔚铅矿^[7]、汶上毛村铅矿^[13]及荣成产里铅锌矿^[13,14]等。这些矿区查明资源储量占铅矿总资源储量的 84.6%,锌矿总资源储量的 86.1%。其它矿区为金、银矿的伴生铅锌矿床,其简要矿床特征及储量占比情况见表 2、图 1。

(1)斑岩型铅锌矿床:该类型铅锌矿床省内仅有栖霞香奂矿区(图 2)一处。矿化主要发育在白垩

纪青山期花岗闪长岩与震旦纪蓬莱群香奂组灰岩接触带内,少部分位于接触带两侧的蚀变围岩中。矿化范围宽 600 m,长约 1700 m,延深大于 700 m。在矿化范围内查明矿体 60 余个。矿区内除地表有零星铅矿体出露外,多为隐伏矿体,是埋深 200 m 以下的隐伏矿床(图 1、2)^[3]。矿体沿接触带断续分布,产状与接触带基本一致,西端呈近 EW 走向,倾向 S,倾角 30° ~ 45°;向东走向,倾向 SSE,倾角 45° ~ 60°。自上而下具有明显的分带现象,其中浅部为铅锌矿体,中部为铜硫矿体,深部为铜钼矿化。其中,铅锌矿体多分布于浅部接触带及灰岩捕虏体边缘,少量呈脉状充填于灰岩裂隙构造中。矿体规模较小,长及延深多为十几米至百余米。矿体形态复杂,产状变化很大,常呈透镜状、脉状、囊状、似层状产出,沿接触带向下与其下部的铜硫矿体呈渐变过渡关系。空间分布范围自地表至地下 300 余米,下部多为单一的锌矿体^[3],该矿床查明铅金属资源储量 9.7 万吨,锌金属资源储量 15.5 万吨。

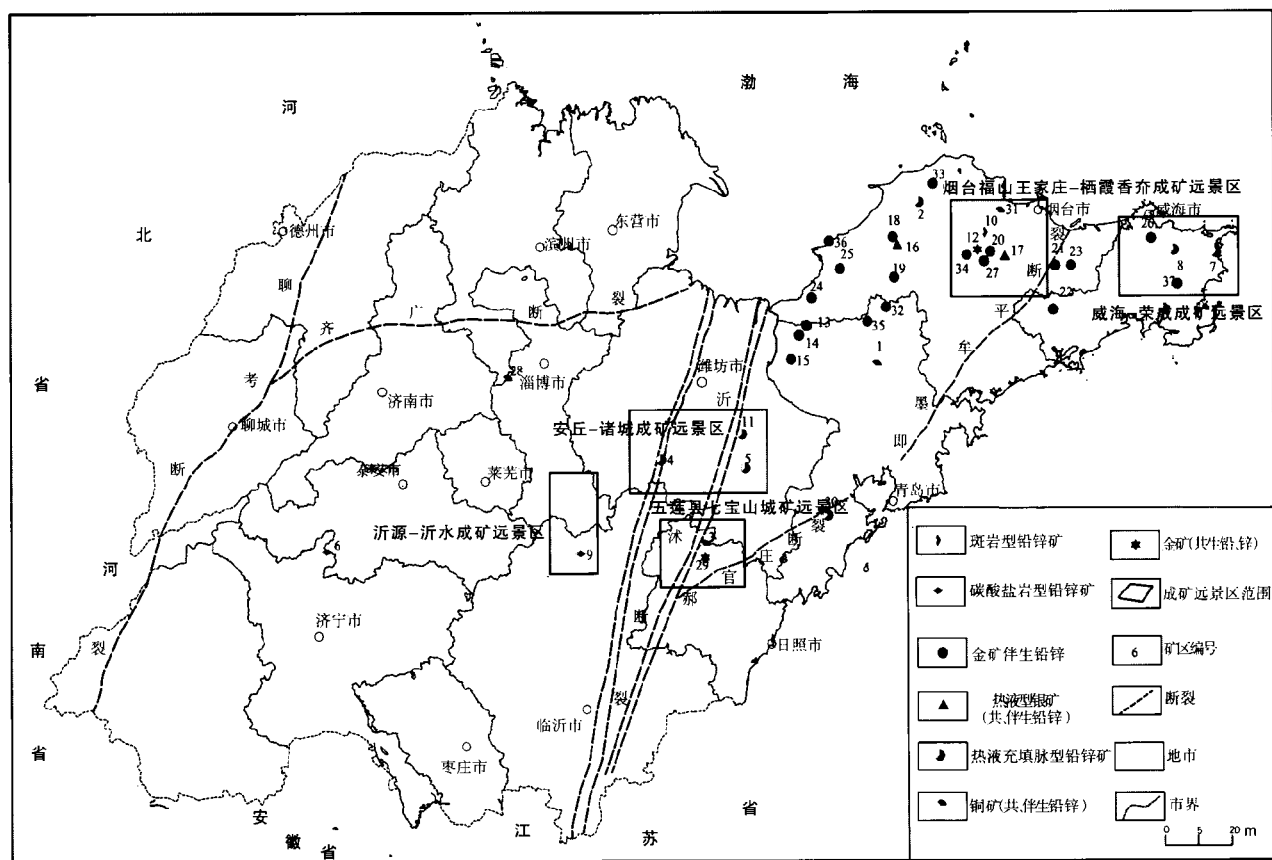


图 1 山东省铅锌矿床类型分布及找矿远景图(图中矿床编号见表 1)

Fig.1 Lead-Zinc deposit type and prospect map of Shandong Province

表 1 山东省主要铅锌矿床基本情况一览表
Table 1 Basic characteristics of the main Lead-zinc deposits in Shandong Province

编号	矿区名称	矿床类型	矿产组合	规模	勘查程度
1	平度市谢格庄铜、铅矿	铜矿共生铅矿	铜铅共生	小型	普查
2	龙口市凤凰山铅锌矿	热液充填脉型铅锌矿	铅锌共生	小型	详查
3	五莲县七宝山铜及多金属矿	热液充填脉型铜铅矿	铜铅共生	中型	详查
4	安丘市白石岭铅锌矿	热液充填脉型铅锌矿	铅锌共生	小型	预查
5	安丘市宋官疃铅矿	热液充填脉型铅锌矿	单一铅	小型	普查
6	汶上县毛村铅矿	热液充填脉型铅矿	单一铅	小型	普查
7	荣成市金角口多金属矿	热液充填脉型铅锌矿	铅锌共生	小型	详查
8	荣成市产里铅锌矿	热液充填脉型铅锌矿	铅锌共生	小型	普查
9	沂水县夏蔚铅矿	碳酸盐岩型铅锌矿	单一铅	小型	详查
10	栖霞市香介铅锌矿	斑岩型铅锌矿	铅锌共生	小型	勘探
11	安丘市担山铅锌矿	热液充填脉型铅锌矿	铅锌共生	小型	普查
12	栖霞市百里店金矿	金矿共生铅锌	金铅锌共生	小型	勘探
13	平度市鑫汇金矿	金矿伴生铅锌	铅锌伴生	小型	详查
14	平度市大庄子金矿	金矿伴生铅锌	铅锌伴生	小型	普查
15	平度市吉戈庄金矿	金矿伴生铅锌	铅锌伴生	小型	详查
16	招远市十里堡银矿	热液型银矿伴生铅锌	铅锌伴生	小型	勘探
17	栖霞市虎鹿乔银矿	热液型银矿伴生铅锌	铅伴生, 锌共生	小型	勘探
18	招远市原疃金矿	金矿伴生铅锌	铅锌伴生	小型	勘探
19	招远市大尹格庄金矿	金矿伴生铅锌	铅锌伴生	小型	详查
20	栖霞市百里店下瑶沟金矿	金矿伴生铅锌	铅锌伴生	小型	勘探
21	烟台牟平区下雨村金矿	金矿伴生铅锌	铅锌伴生	小型	勘探
22	乳山市白石金矿	金矿伴生铅锌	铅锌伴生	小型	勘探
23	烟台牟平区苏家口金矿	金矿伴生铅锌	铅伴生	小型	详查
24	莱州市留村金矿	金矿伴生铅锌	铅伴生	小型	详查
25	莱州市曹家埠金矿	金矿伴生铅锌	铅伴生	小型	勘探
26	威海市范家埠金矿	金矿伴生铅锌	铅伴生	小型	勘探
27	栖霞市马家窑金矿	金矿伴生铅锌	铅锌伴生	小型	普查
28	邹平市大临池铜矿	铜矿伴生铅锌矿	铅锌伴生	小型	普查
29	五莲县七宝山金矿	金矿共生铅锌矿	铅伴生, 锌共生	小型	普查
30	胶南市白家屯铅矿	热液充填脉型铅锌矿	单一铅	小型	普查
31	烟台市福山王家庄铜矿	碳酸盐岩型铜锌矿	铜锌共生	中型	勘探
32	莱西市小东馆银矿	热液型银矿伴生铅锌	铅锌伴生	小型	普查
33	蓬莱市西南王金矿	金矿伴生铅锌	铅锌伴生	小型	详查
34	栖霞市后乔金矿	金矿伴生铅锌	铅锌伴生	小型	普查
35	平度市旧店金矿 1 号脉	金矿伴生铅锌	铅伴生	小型	详查
36	莱州市三山岛金矿	金矿伴生铅锌	铅伴生	小型	勘探
37	荣成市老横山银矿	热液型银矿伴生铅锌	铅伴生	小型	普查

(2)热液充填脉型铅锌矿床:该类型铅矿床共有 8 个矿区,锌矿床 5 个矿区,规模均较小,多为资源储量为几百吨到几千吨的小型矿床及矿点^[13,14],查明铅金属资源储量 12.9 万吨, 锌金属资源储量 3.9 万吨。规模较大的有安丘白石岭铅锌矿^[4]、龙口

凤凰山铅锌矿^[13,14]、安丘担山铅锌矿^[13,14]、汶上县毛村铅矿区^[13]、荣成产里铅锌矿^[13,14]、安丘宋官疃铅矿^[13,14]、胶南白家屯铅矿^[13]等。主要发育在中生代火山沉积岩系与花岗质侵入岩出露的凹陷内及隆起边缘的区域性断裂旁侧的次级构造中,成矿明显受控

表 2 山东省铅锌矿床类型及分布特征简表
Table 2 Lead-zinc deposit type and distribution characteristics in Shandong province

矿床类型	成矿地质特征	典型矿床	成矿年代	累计查明金属资源储量(万吨)	储量占比(%)
斑岩型	发育在中生代花岗闪长斑岩体与震旦纪蓬莱群香奂组灰岩接触带内	栖霞香奂铅锌矿 ^[3]	中生代 燕山晚期	[铅] 9.7 [锌] 15.5	[铅] 16.8 [锌] 30.1
热液充填脉型	矿化以裂隙充填形式为主,矿化多呈脉状赋存于断裂构造及破碎带中,多成群成带分布	安丘白石岭 ^[4] 、担山 ^[13,14] 、宋官疃 ^[13,14] 、龙口凤凰山 ^[13,14] 等铅锌矿	中生代 燕山晚期	[铅] 12.9 [锌] 3.9	[铅] 22.3 [锌] 7.6
碳酸盐岩型	矿体赋存于寒武纪张夏组下灰岩段顶部,矿化沿断裂、裂隙及层间破碎面充填分布	沂水夏蔚铅矿 ^[7]	中生代 燕山晚期	[铅] 1.5	[铅] 2.6
共生型	成矿环境复杂,矿体有赋存于粉子山群巨屯组二段石墨大理岩,亦有发育在白垩纪火山岩盆地内或周围	烟台福山王家庄铜矿共生铅矿 ^[9] 、平度市谢格庄铜矿共生铅矿 ^[13]	中生代 燕山晚期	[铅] 24.7 [锌] 25.0	[铅] 42.7 [锌] 48.5
伴生型	以热液充填为主,交代为辅,主要发育在变质岩、火山岩、砂砾岩、花岗岩等的构造破碎带和裂隙带内	胶东地区金、银矿的伴生铅锌矿	中生代 燕山晚期	[铅] 9.5 [锌] 7.4	[铅] 15.4 [锌] 13.9

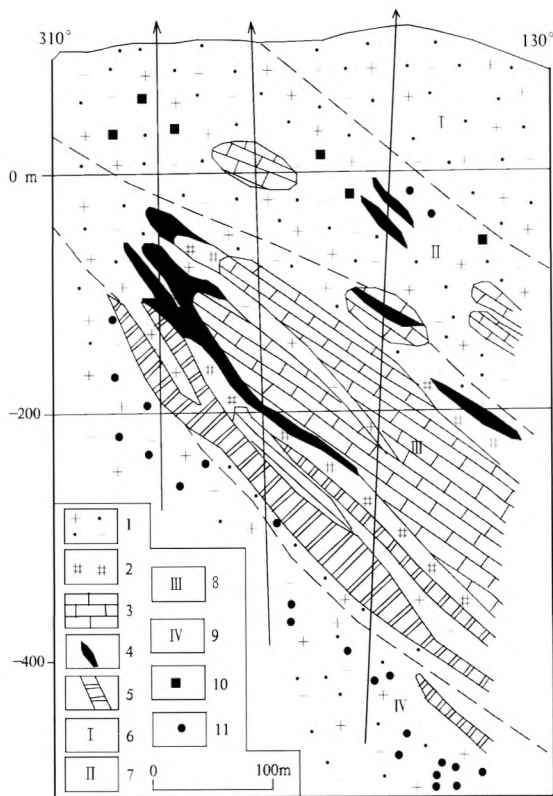


图 2 栖霞香奂铅锌矿围岩蚀变和矿化垂直分带剖面图
(据王奎峰^[3], 2008, 略修改)

Fig. 1 Vertical zone section of the wallrock alteration in the Qixia Xiangkuang lead-zinc deposit

1.白垩纪青山期花岗闪长斑岩;2.砂卡岩;3.震旦纪蓬莱群香奂组灰岩;4.铅锌矿体;5.黄铁矿—黄铜矿矿体;
6.碳酸盐—绢云母化带;7.弱绿泥石化绿帘石化带;8.砂卡岩化带;9.弱钾长石—强硅化—绢云母化—碳酸盐化带;
10.铅锌矿化;11.铜钼矿化

于断裂构造。成矿对围岩的选择性不明显,可以赋存于不同时期的各类岩体中,如前寒武纪变质变形侵入体、变质地层、古生代碳酸盐岩、中生代砂岩、火山岩及侵入岩中^[4]。矿体多呈脉状、复脉状产出,矿脉成群成带分布,一般单矿体规模较小,长几十米至几百米,宽几十厘米到几米。延深很不稳定,多具尖灭再现、分支复合现象。其中,典型矿床为安丘白石岭铅锌矿,该矿床发育在郯部—葛沟断裂带西侧的二长花岗岩中,主要有 8 条矿脉组成,均沿 10° ~ 20° 方向延长,倾向 SE,倾角 65° ~ 80° ,最长为Ⅱ号矿脉,长约 1500m,矿脉宽 0.5 ~ 265 m,其中,西部矿脉厚度稳定,东部矿脉厚度变化大,具分支复合现象^[48](图 3)。

(3)碳酸盐岩型铅矿床:该类型铅矿床见于沂水县夏蔚铅矿区 1 个矿区。沂水夏蔚地区铅及多金属矿带矿体呈 NE 向展布,自北而南依次分为小杏矿床(南段、北段)、武家楼子矿床、陈家万矿床、薛王台矿床^[7](图 4)。矿体顶板为寒武系张夏组盘车沟段页岩,底板为张夏组下灰岩段的灰岩。矿体赋存于寒武纪张夏组下灰岩段顶部,矿体沿断裂、裂隙及下灰岩段灰岩、泥质条带灰岩的层间破碎面充填分布。主要矿体呈似层状,两端呈自然尖灭状态,次要矿体呈脉状、扁豆状等。矿体沿走向、倾向呈舒缓波状延展膨胀收缩,分枝复合,尖灭再现现象明显。矿体出露长度 190 ~ 590 m 不等,宽度 10 ~ 160 m 不等,厚度 0.68 ~ 5.19 m(平

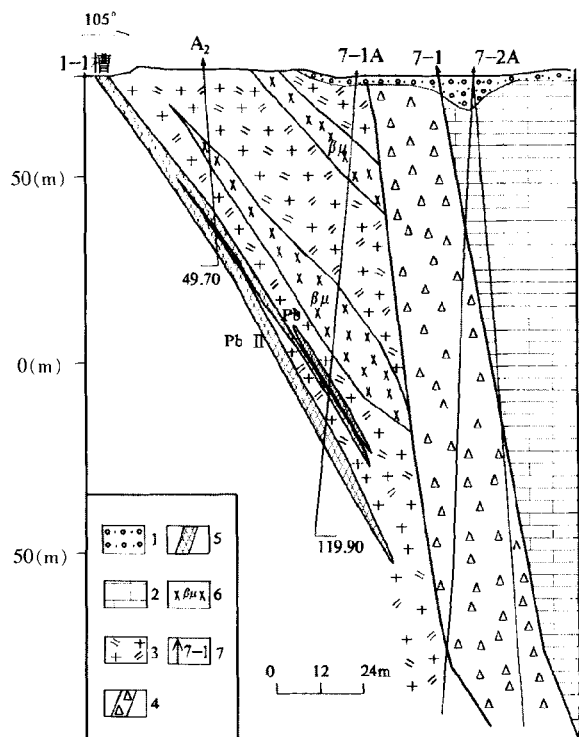


图3 山东省安丘白石岭铅锌矿第7勘探线剖面图

(据李洪奎^[8],2009,略修改)

Fig.3 Section of 7 exploration line of the Baishiling lead-zinc mine of Anqiu County in Shandong Province

- 1.第四系;2.石灰岩;3.二长花岗岩;4.断层;5.矿体;
6.辉绿岩;7.钻孔及编号

均 3.11 m), 矿体走向 $40^{\circ} \sim 60^{\circ}$, 倾向 NW 或 SE, 倾角 $0^{\circ} \sim 7^{\circ}$ 。该类型矿床查明铅金属资源储量 1.5 万吨^[13]。

(4) 共生型铅锌矿床: 铅锌矿以共伴生的形式存在于其它矿种矿床类型中, 如与铜矿共伴生的铅锌矿床、与金矿共伴生的矿床、与银矿共伴生的热液型矿床类型中。

共生铅锌矿床中与铜矿共生的铅矿见于平度市谢哥庄铅铜矿及五莲县七宝山铜及多金属矿等 2 个矿区^[13,14]。锌矿床仅见于烟台市福山区王家庄铜矿区 1 处。五莲县七宝山矿区矿体赋存于区内多金属矿化带内, 矿化带受断裂控制, 赋矿岩石为碳酸盐化、硅化、多金属矿化碎裂岩和多金属矿化构造角砾岩、安山玢岩质碎裂岩, 矿体形态一般为脉状及透镜状, 长度 50 ~ 700 m, 厚度 0.93 ~ 3.89 m。平度市谢格庄多金属(铜、铅)矿化, 主要发育在古元古代粉子山群大理岩中, 含矿层产出较稳定, 矿体在含矿层中分布零散、规模狭小、产状多变、形态复

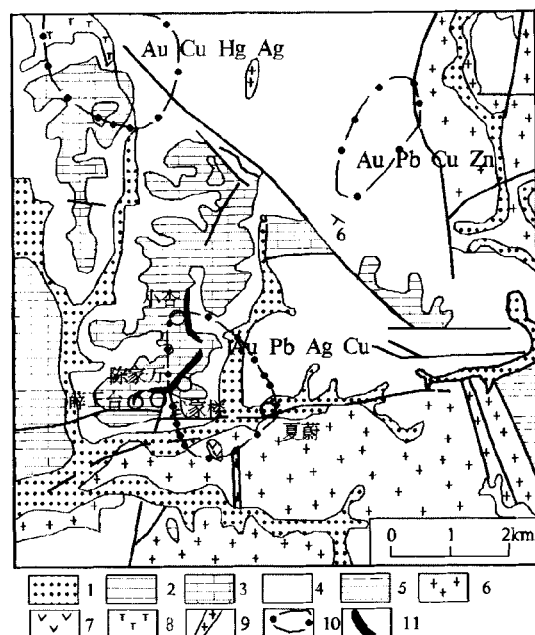


图4 山东省沂水夏蔚地区铅及多金属矿地质图

(据张强^[7],2006,略修改)

Fig.4 Geological map of the Zinc and Multi-metallic deposits in the Xiawei, Yishui County, Shandong Province

- 1.第四系;2.崮山组;3.张夏组;4.长清群;5.泰山岩群;
6.吕梁期微绿山超单元松山单元二长花岗岩;7.阜平期万山超单元前麻峪单元超基性岩;8.燕山晚期沂南超单元东明生单元辉石闪长岩;9.四堡期牛岚单元辉绿岩;
10.铅及多金属化探异常;11.铅及多金属矿床

杂,多呈脉状产出,长 135 ~ 400 m,厚度 0.98 ~ 2.30 m,延深 100 m 左右。烟台福山王家庄矿体主要赋存于粉子山群巨屯组二段石墨大理岩和岗嵒组一段透闪大理岩中,大致受地层层间构造控制。矿体呈似层状、透镜状在矿化层中断续出现,分支复合现象常见,矿体长度一般为 100 ~ 200 m,厚度一般在 1 ~ 5 m。该类型矿床查明铅金属资源储量 23.40 万吨,查明锌金属资源储量 22.7 万吨^[13,14]。

金矿床共生铅锌矿见于栖霞市百里店金矿区共生铅锌 1 处和五莲县七宝山金矿共生铅锌 2 处。百里店金矿床由 6 条单脉型石英脉组成,矿体赋存于黄铁石英脉及黄铁绢英岩组成的蚀变带中,主要受断裂构造控制^[13,14]。矿体形态为脉状、透镜状,厚度一般小于 1 m,铅锌品位 1.53% ~ 5.22%。该类型矿床查明铅金属资源储量 1.3 万吨,锌金属资源储量 2.2 万吨。

热液型银矿床共生锌矿床仅见于栖霞市虎鹿乔银矿区 1 处。矿床受断裂构造破碎带控制,成矿

方式以充填为主,交代为辅,与中生代脉岩关系密切^[9]。矿体呈脉状产出,连续性较好,但规模小。该类型锌矿床查明金属资源储量 0.13 万吨^[14]。

伴生铅锌矿主要为金矿床的伴生矿,其次为银、铜矿的伴生矿,其中,金矿伴生铅矿 18 处,查明铅金属资源储量 9.28 万吨,金矿伴生锌矿 11 处,查明锌金属资源储量 6.96 万吨;铜矿伴生铅矿 1 个,查明铅金属资源储量 0.04 万吨,铜矿伴生锌矿 1 个,查明铅金属资源储量 0.16 万吨;银矿伴生铅矿 4 个,查明铅金属资源储量 0.18 万吨,银矿伴生锌矿 2 个,查明铅金属资源储量 0.28 万吨^[13,14]。

3 山东省铅锌矿床找矿远景及开发建议

山东省目前发现和勘查评价的铅锌矿资源不多,矿床规模较小,但铅锌矿床、矿点比较多,主要分布在胶东胶北隆起北缘、胶南-威海造山带北东缘、沂沭断裂带附近及两侧,其成矿地质条件主要受地层、构造、侵入岩及火山岩的控制^[4,10,11]。由于山东省铅锌矿资源储量有限,后备资源短缺,亟待需要铅锌矿的找矿突破和资源续接。近年来,笔者有幸参与山东省铅锌矿产资源利用现状调查的省级汇总和数据库建设工作,对山东省铅锌矿的成矿背景、时空分布类型、矿床地质特征、资源储量等方面做了一定的工作和研究,现结合以往山东省铅锌矿找矿科研成果、山东省矿产资源总体规划、山东省矿产资源潜力评价及山东省矿产资源储量利用现状调查的分析,对山东省的铅锌矿划定了 5 个成矿远景与重点勘查区域。分别为:威海-荣成成矿远景区、安丘-诸城成矿远景区、烟台福山-栖霞成矿远景区、沂源-沂水成矿远景区、五莲县七宝山成矿远景区(图 1、表 3)。

(1)威海-荣成市铅锌矿成矿远景区

威海-荣成地区,地处胶南-威海造山带的北东段,发育中生代二长花岗岩等中酸性侵入岩,为成矿提供了物质来源和热液来源,NE-NNE 向断裂发育,有利于热液填充脉型铅锌矿的赋存和运移。同时,区内重力场大部分为重力低,磁场主要为交变场,东部为正缓场,重砂异常类型为金-黄铁矿和金-黄铁矿-白钨矿型;化探异常总体走向 NE,与主干控矿构造方向一致,组合异常分布范围

大,处于 Cu、Ag、Au、W、Mo 地球化学块体中。遥感影响异常明显,环形、线形异常集中分布^[8]。该区已发现许多铅锌矿点和矿化蚀变带,具有较好的铅锌矿等有色金属矿找矿前景。

建议该区域下一步工作的重点应是开展大比例尺地质测量,对原圈定的区域物探及化探异常区进一步开展物探及化探工作,并对相应异常区开展查证,圈定找矿靶区,为进一步工作奠定基础。

(2)安丘-诸城铅锌成矿远景区

该区域位于沂沭深大断裂带旁侧次级断裂构造中,如安丘白石岭、担山、宋官疃铅锌矿,诸城荆山-锡山一带,这些铅锌矿床(点),多赋存在断裂裂隙膨大部位、转折点及产状由陡变缓处,具尖灭再现、分支复合现象,而且成矿与燕山晚期浅成岩浆活动及同期的火山活动,以及后期的热水溶液活动有密切关系,尤其在诸城荆山及安丘宋官疃一带,含铅矿脉具有一定等距性成群分布的特点,有时在地表就可发现含铅达工业要求的石英脉型矿体,而且该区域深部控制程度不高,工作部署空间较宽,是一个较有前景的成矿远景和找矿勘查区^[48]。同时,该区域化探 Cu、Pb、Zn、Au、Ag、As、Hg 地化异常,铅、重晶石异常,是寻找热液型铅锌矿的有利地区^[8]。

建议该区调查工作的重点是开展大比例尺地质测量,对原圈定的区域物探及化探异常区进一步开展物探及化探工作,尤其是断裂带附近已有的矿化点、矿体的深部及外围应加强重视程度,作为进一步勘查工作的重点,以期发现新的找矿突破。

(3)烟台福山-栖霞铅锌成矿远景区

该成矿区主要位于胶北隆起北缘及西南缘古元古代粉子山群碳酸盐岩层分布区,矿床(点)形成与热水溶液对碳酸盐岩的选择交代及充填作用有关,以交代作用为主,充填作用为次^[9]。据已有勘查矿区的资料来看,矿体多成透镜状、囊状复杂形态,矿石品位较高,多为致密块状矿体,Pb、Zn 品位在 2%或 4%以上,多见盲矿体。其热液来源应为矿区外围的中生代浅成酸性岩浆^[15,16]。该区域已发现了烟台福山王家庄、栖霞香乔、栖霞虎鹿乔等矿床,因此,区域范围内碳酸盐岩层发育的地带是铅锌矿床的有利找矿远景区。

该区应首先对王家庄和香乔等 2 个矿区开展进一步勘查工作,提高矿体的控制程度,加强矿区

地质灾害方面的治理工作,为矿区的开发利用奠定基础;同时加强对矿区深部及外围的找矿力度,以期实现新的找矿突破。其次应进一步加强对岩金中伴生锌组分的回收利用,提高选矿回收率和资源综合利用^[7]。

(4)沂源-沂水县铅锌成矿远景区

该区域位于沂源县南流水沂水县夏蔚镇区域范围内。已发现沂源县福吉山铜铅矿、南流水铜铅矿和沂水县夏蔚铅矿^[6-8,12]。矿床以规模小、矿体延伸不大为特征。由于受断裂构造的影响,矿区内节理、裂隙发育,为成矿热液的运移和积聚提供了良好的空间。成矿围岩主要为寒武纪张夏组灰岩。含矿热液沿该区域断裂裂隙上升,受到张夏组盘车沟段页岩的屏蔽作用,顺页岩下伏化学性质较为活跃的下灰岩段灰岩、泥质条带灰岩的裂隙、层间破碎面等构造运移、沉淀、充填和交代,逐渐形成铅、铜多金属矿体^[7]。成矿时代集中于中生代-新生代,矿质主要来自于地下水或地下水热液流经的围岩,主要为寒武系灰岩和深部基底岩石中的铅、铜等多金属元素。该区域范围内发现的铜铅锌多金属矿点、民采老硐较多,有些在地表就能发现,成矿远景较好。应加强该区域断裂构造及次生构造的调查评价,对已有矿点区域加强深部及外围的物化探工作,以期发现新的找矿突破。

(5)五莲县七宝山铅锌矿成矿远景区

该区域位于五莲县西北七宝山镇一带。矿床主

要为金、铜、铅、锌多金属矿床,形成与火山活动后期潜火山热液活动有关。矿床主要赋存在白垩纪青山期石英闪长玢岩-花岗闪长斑岩次火山岩、火山岩中,它是重要的导矿、容矿地质体。同时,该区域地处 NE、NW、近 EW 向构造复合部位,断裂构造的继承性活动,易在其复合部位发生,为矿液上升运移成矿,提供了构造条件。该区为重力高值区,航磁异常呈现跳跃剧烈的火山岩磁场;重砂异常为金-多金属-黄铁矿组合类型;化探异常为 Cu、Pb、Zn、Au、As 等组合;遥感显示线形、环形、套环形及线、环形相交特征^[9]。该区是一个极具找矿潜力的铅锌多金属矿找矿远景区。

建议该区域未来勘查重点是开展大比例尺地质测量,对与次火山岩有关的矿化点、矿体做重点研究,同时开展物探及化探工作,圈定找矿靶区,为进一步工作奠定基础。同时开展已知矿体的深部及外围勘查,实现找矿的突破。

4 结论

(1)据山东省铅锌矿区矿物组合及资源状况,可其分为主产矿区铅锌矿和伴生矿区铅锌矿两大类,主产矿区的铅锌矿储量占绝大多数。

(2)山东省铅锌矿床在鲁东主要分布在栖霞、招远、龙口、平度、荣成、乳山、安丘等地。在鲁西地区仅见于汶上县、沂水县、邹平县,成矿时代基本都在中生代燕山晚期。其中,大多数为金银及铜矿床

表 3 山东省铅锌矿成矿远景区一览表
Table 3 Basic information of metallogenic prospect areas in Shandong Province

序号	成矿远景区名称	所在行政区	典型矿床代表	主要矿床类型	开发利用建议
1	威海-荣成市成矿远景区	威海市	荣成市金角口多金属矿 荣成市产里铅锌矿区	热液充填脉状铅锌矿	在研究区域断裂基础上,加大物探投入,圈定异常
2	安丘-诸城铅锌成矿远景区	潍坊市	安丘市担山白石岭铅锌矿区	热液充填脉状铅锌矿	该区域断裂发育,应加大原有矿区的外围和深部找矿,应用先进的物探和化探测试方法,确定异常,力求突破
3	烟台福山-栖霞铅锌成矿远景区	烟台市	烟台福山王家庄铜铅锌矿 栖霞香介铅锌矿	斑岩型铅锌矿 铜矿共生铅锌矿 金矿共伴生铅锌矿	加强原有物化探异常区域的分析研究,分析成矿模式和规律,类比研究相似区域,同时,注意作为金、银伴生矿产综合利用的研究
4	沂源-沂水县铅锌成矿远景区	临沂市 淄博市	沂水夏蔚铅矿	碳酸盐岩型铅锌矿	加强该区域断裂构造的分析研究及物化探异常分布区的详细深入工作
5	五莲县七宝山铅锌矿成矿远景区	日照市	五莲县七宝山矿区 铜铅锌多金属矿	铜矿共生铅矿	加强该区域火山岩、次火山岩、断裂构造的分析研究及相关物化探异常分布区的勘查

的共伴生矿床(主要在胶东),以铅锌为主的矿床有10来处。

(3)归纳划分出斑岩型、热液充填脉状、碳酸盐岩型、共伴生型4种矿床类型。其中,斑岩型、热液充填脉状、碳酸盐岩型的铅锌矿储量占绝大多数,具有良好的成矿前景和找矿潜力。

(4)依据山东省铅锌矿成矿地质背景、时空分布特征和前人的部分研究成果,划定出威海-荣成、安丘-诸城、烟台福山-栖霞、沂源-沂水县、五莲县七宝山等5个找矿远景区。

参考文献:

- [1]曹秀兰,沈保丰,杨春亮,等.中国东部前寒武纪铅锌矿床的分布及类型特征[J].地质调查与研究.2005,28(1):32-38.
- [2]段士刚,薛春纪,燕长海,等.华北陆块南、北缘铅锌矿床成矿特征对比[J].矿床地质.2008,27(3):383-398.
- [3]王奎峰.胶东栖霞香介铅锌多金属矿床地质特征及成因[J].地质调查与研究.2008,31(2):89-96.
- [4]孔庆友,张天祯,于学峰.山东矿床[M].济南:山东科学技术出版社,2006:63-66.
- [5]丁正江,孙丰月,刘殿浩,等.烟台福山北部地区金及多金属矿成矿系列[J].山东国土资源.2011,27(1):1-6.
- [6]程光锁,罗文强,单伟,等.福吉山铜矿床地质特征和矿床成因[J].有色金属(矿山部分).2009,61(6):33-36.
- [7]张强,刘安同,王春,等.山东省沂水县夏蔚铅及多金属矿地质特征及成因探讨[J].山东国土资源.2006,22(5):38-41.
- [8]李洪奎,杨永波,杨锋杰.山东沂沭断裂带构造演化与金矿成矿作用研究[M].北京:地质出版社,2009:71-72,175-176.
- [9]郝建军,黄文山,焦秀美,等.山东省栖霞市虎鹿乔银铅矿床地质特征[J].山东地质.1992,17(1):30-34.
- [10]李峰,孔庆友,张天祯,等.山东地勘读本[M].济南:山东科学技术出版社.2002,219-253.
- [11]宋明春,王沛成.山东省区域地质[M].济南:山东省地图出版社.2003,558-770.
- [12]程光锁,张尚坤,张义江,等.山东沂源福吉山铜矿区断裂体系的分形特征[J].铀矿地质.2008,24(5):306-310.
- [13]郭宝奎,王奎峰.山东省铅矿资源利用现状调查成果汇总报告[R].济南:山东省地质科学实验研究院,2011.
- [14]郭宝奎,王奎峰.山东省锌矿资源利用现状调查成果汇总报告[R].济南:山东省地质科学实验研究院,2011.
- [15]Misra K C. Understanding mineral deposits [M]. Springer, 2000.
- [16]Robb L J. Introduction to ore-forming processes [M]. Wiley-Blackwell, 2005.
- [17]薛亚洲,王海军.我国铅锌矿资源综合利用现状[J].中国矿业.2005,14(8):41-42.

Lead-Zinc Deposits and Geological Characteristics, Ore-Prospecting in Shandong Province

WANG Kui-feng^{1,2,3}, GUO Bao-kui^{2,3}, CHEN Xiao-man⁴, SHU Lai^{2,3}

(1.School of Resources and Earth Sciences, China University of Mining and Technology, Xuzhou Jiangsu 221008,China; 2.Shandong Institute and Laboratory of Geological Sciences, Jinan Shandong 250013,China; 3. Key Laboratory of Metallogenic Processes and Resource Utilization of Metallic Minerals of Shandong Province, Jinan Shandong 250013,China; 4. Shandong Geological Prospecting Institute of China Chemical Geology and Mine Bureau, Jinan Shandong 250013,China)

Abstract: Based on the study of lead-zinc deposits and lead-zinc resources distribution, the reserve present situation and different lead-zinc deposit types' characteristics are analyzed in detail. The authors classify 4 genetic types of lead-zinc ore deposits, as follows: porphyry type, hydrothermal filling vein type, carbonatite type, symbiosis and concomitance type, of which the important types are porphyry type, vein around various wallrock type, carbonatite type. According to the geological background, geophysical and geochemical anomaly, temporal and spatial distribution characteristics, we delineate 5 metallogenic prospect and key exploration areas, including Weihai-Rongcheng, Anqiu Zhucheng, Yantaifushan-Qixia, Yiyuan-Yishui County, Wulian Qibaoshan areas.

Key words: lead-zinc deposit type; reserve present situation; geological characteristic; ore-prospecting; Shandong Province