

吉林老岭地区正岔夕卡岩型铅锌矿床成因与找矿标志

彭明生¹, 赵华伟², 杨宏智¹, 李明阳³

(1. 沈阳地质矿产研究所/中国地质调查局 沈阳地质调查中心, 辽宁 沈阳 110034;

2. 吉林省地质调查院, 吉林 长春 130061; 3. 成都理工大学 地球科学学院, 四川 成都 610059)

摘要 老岭地区是吉林省重要的铅、锌、铜、金等有色金属成矿区带, 正岔铅锌矿是该矿带中具有代表性的夕卡岩型矿床, 具有多阶段、成矿物质双重来源等特征。通过对矿床的地质特征、地球化学以及地球物理特征研究, 认为成矿物质主要来自中生代岩浆源和古元古代海相火山-沉积源。而含矿流体中大气水与岩浆水不同比例混合的性质, 表明该矿床的“胚胎”可能在元古宙已经形成, 并为火山喷发的间隙期或火山喷发向海相沉积转化过程形成。受到中生代岩浆侵位热作用使得原始“胚胎”活化、并进一步富集成矿。综合区域成矿背景, 归纳并提取了控矿地质因素, 建立了地物化综合找矿标志。

关键词 正岔铅锌矿; 夕卡岩型; 地球化学; 地球物理; 找矿标志; 吉林老岭

GENESIS AND PROSPECTING INDICATORS OF THE ZHENGCHA LEAD-ZINC DEPOSIT IN LAOLING AREA, JILIN PROVINCE

PENG Ming-sheng¹, ZHAO Hua-wei², YANG Hong-zhi¹, LI Ming-yang³

(1. Shenyang Institute of Geology and Mineral Resource, CGS, Shenyang 110034, China; 2. Jilin Institute of Geological Survey, Changchun 130061, China;

3. College of Earth Sciences, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract : The Laoling area is an important lead-zinc-copper-gold metallogenic belt in Jilin Province. The Zhengcha lead-zinc deposit is a typical skarn deposit in the belt, with metallogenic features of multi-stage and dual sources. Study on geology, geochemistry and geophysics shows that the ore materials are derived from the Mesozoic magma and the Paleoproterozoic marine volcanic-sedimentary source. Furthermore, the different mixing proportions between atmospheric water and magmatic water indicate that the “embryonic” of the deposit may have formed by Proterozoic era, during the volcanic eruption interval or the transition from volcanic eruption to marine sedimentation. The thermal effect of Mesozoic magmatic emplacement activated the original “embryonic”, with further enrichment and mineralization. Based on the integrated analysis of regional metallogenic background and ore-controlling geological factors, a geological-geochemical-geophysical criterion for ore prospecting is established.

Key words : Zhengcha lead-zinc deposit; skarn type; geochemistry; geophysics; prospecting indicator; Laoling area, Jilin Province

1 区域地质概况

正岔铅锌矿床产于吉南-辽东成矿带上, 该成矿带为构造-岩浆作用十分发育的双层构造隆起区, 以古元古代老岭隆起为主体, 其北为龙岗古陆, 其南为朝鲜的狼林古陆^[1]。该区出露的地层主要是少量太古宙表壳岩、元古宙浅变质岩系和中生代陆相火山-沉积岩。元古宙地层为一套中浅变质火山-沉积岩系, 主要岩性为含碳变粒岩、斜长角闪岩、大理岩、二云

片岩, 普遍经历低角闪岩相-绿片岩相区域变质作用。区域内中生代火山侵入杂岩发育, 以钙碱性花岗岩和火山岩为主。断裂构造主要是老岭断裂、南岔-横路岭-大松树-荒沟山-小四平“S”形断裂、花甸子-复兴屯-通化断裂、黄柏-大石湖断裂, 它们具多期次活动特征, 并控制区内中生代总体构造格局和中生代岩浆作用以及大部分铅、锌、金、铜矿的成矿^[2]。

收稿日期: 2012-11-28; 修回日期: 2013-01-25; 编辑: 李兰英。

作者简介: 彭明生(1965—), 男, 高级工程师, 主要从事矿产勘查和综合研究, 通信地址: 辽宁省沈阳市皇姑区黄河大街1号 E-mail: 247119086@qq.com

2 矿床地质特征

正岔铅锌矿床位于虾蟆沟-四道阳岔背斜西翼, 北东-北北东向花甸子-头道-通化断裂带中段, 产于复兴屯花岗岩体及围岩接触带的夕卡岩中。在空间和时间上与早白垩世复兴屯杂岩体关系十分密切(图1)。矿区出露地层主要为集安群荒岔沟组, 斜长角闪岩呈层状、似层状产出, 单层厚数十米到百米以上, 与石墨大理岩、黑云变粒岩、浅粒岩及透辉变粒岩共生或为其夹层。该组的中段为铅锌矿的下含矿层。上段中部以斜长角闪岩为主, 夹石墨大理岩, 为铅锌矿的上含矿层(图2)。

2.1 矿体特征

矿体主要赋存在集安群荒岔沟组斜长角闪岩、大理岩中, 直接围岩为夕卡岩。有上下两个含矿段, 共有矿体61条。上含矿层赋存矿体48条, 4~6号矿体规模较大, 矿体长度多为73~96 m, 最长可达416 m, 平均厚度为1.75 m, 延深控制在25~183 m, Pb品位为1.66%, Zn品位2.24%, Pb/Zn(品位比)=1:1.3。下含矿层长约100~500 m, 厚度多为0.3~9.02 m, Pb品位为0.43%~3.19%, Zn品位0.51%~4.35%, 共13个矿体, 其中1号矿体最大。矿体形态变化复杂, 产状变化大, 呈似层状、鞍状、扁豆状。矿体产出状态与构造关系密

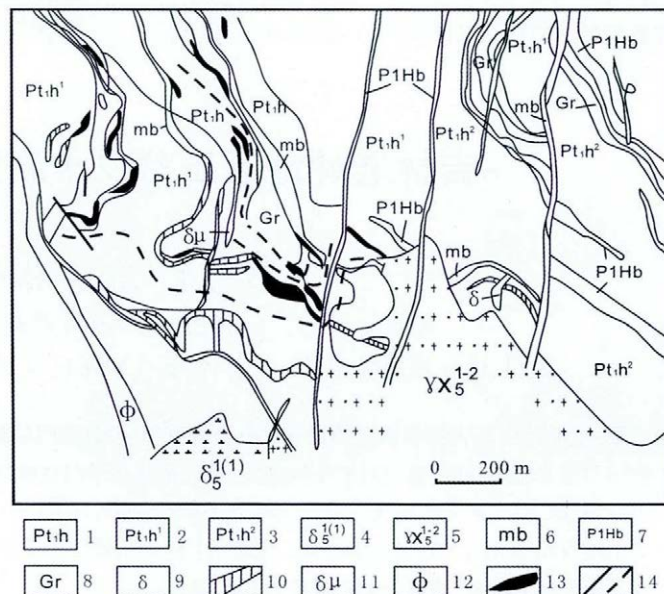


图2 正岔铅锌矿矿区地质图

Fig. 2 Geologic map of the Zhengcha lead-zinc orefield

1—荒岔沟组(Huangchagou fm.) ; 2—荒岔沟组一段(1st mem., Huangchagou fm.) ; 3—荒岔沟组二段(2nd mem., Huangchagou fm.) ; 4—花岗斑岩(granite porphyry) ; 5—混合岩(migmatite) ; 6—大理岩(marble) ; 7—斜长角闪岩(plagioclase amphibolite) ; 8—变粒岩(leptynite) ; 9—闪长岩(diorite) ; 10—夕卡岩(skarn) ; 11—闪长玢岩(diorite porphyry) ; 12—钠长斑岩(albitophyre) ; 13—铅锌矿体(orebody) ; 14—断层(fault)

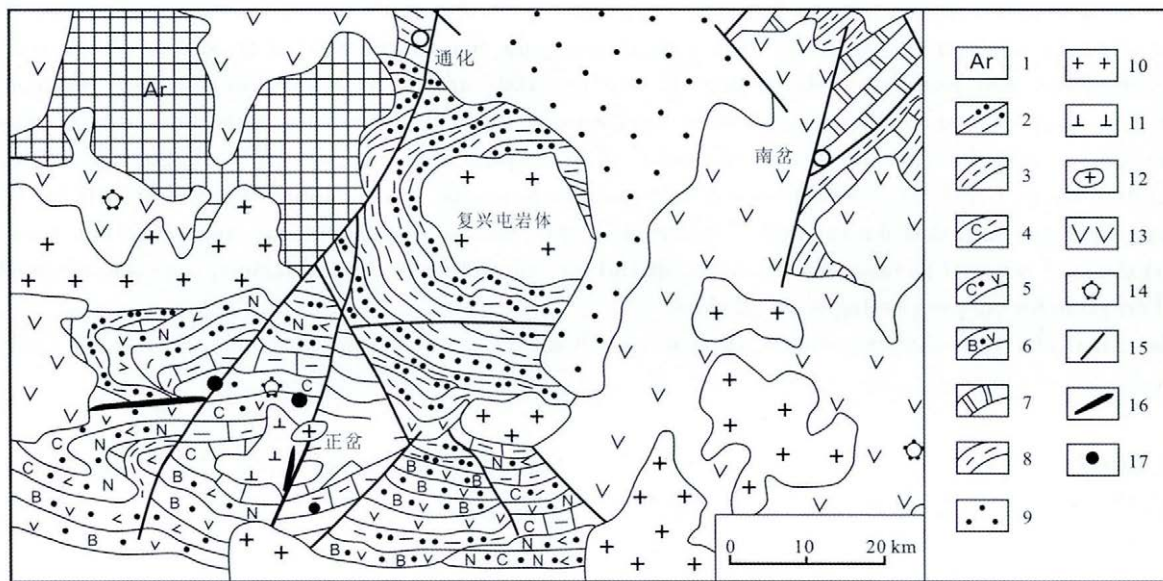


图1 老岭地区地质矿产简图

Fig. 1 Simplified geologic map of the Laoling area

1—太古宙地体(Archean block) ; 2—集安群荒岔沟组变粒岩(leptynite) ; 3—集安群荒岔沟组片岩(schist) ; 4—集安群荒岔沟组含碳变粒岩(carbonaceous leptynite) ; 5—集安群荒岔沟组斜长角闪岩(amphibolite) ; 6—集安群荒岔沟组含硼斜长角闪岩(boron-bearing amphibolite) ; 7—集安群荒岔沟组大理岩(marble) ; 8—集安群荒岔沟组二云片岩(two-mica schist) ; 9—新元古代-早古生代地层(Neoproterozoic-Early Paleozoic strata) ; 10—中生代花岗岩(Mesozoic granite) ; 11—中生代闪长岩(Mesozoic diorite) ; 12—花岗斑岩(granite porphyry) ; 13—中生代火山岩(Mesozoic volcanic rocks) ; 14—火山机构(volcanic apparatus) ; 15—断层(fault) ; 16—脉岩(dike) ; 17—矿床(点)(deposit/ore spot)

切,在褶皱挠曲、层间破碎带、层内裂隙地段矿化强(图3)。矿体在含矿层内常出现分支复合现象,脉状矿体穿切地层。矿体与围岩界线清楚但不规则,矿化强度不均,矿体厚度变化较大。宏观上矿体产在正岔花岗斑岩北侧外接触带800 m范围内,由近至远有Fe、Cu、Mo、Sn-Cu、Pb、Zn-Pb、Zn等不甚发育的水平分带。空间上显示了矿床是花岗斑岩体热作用产物,这是再生矿床的成矿特点。

2.2 矿石特征

矿区内主要矿石类型为方铅矿-闪锌矿矿石(78%),含黄铜矿方铅矿-闪锌矿矿石(20.4%)以及少量的黄铜矿-磁黄铁矿矿石。矿石矿物按照其生成次序主要为磁铁矿→赤铁矿→闪锌矿→磁黄铁矿→黄铁矿→钴镍黄铁矿→方铅矿→自然铋→碲银矿→白铁矿。脉石矿物以钙铝-钙铁榴石、透辉石、石英、方解石为主,次要为绿帘石、绿泥石、阳起石、透闪石、硅灰石、绢云母等。矿石结构以结晶粒状和包含结构为主,固熔体分解结构、交代溶蚀结构、环带结构较少。矿石构造主要有块状构造、浸染状构造、条带状构造、斑杂状构造、网脉状构造,以浸染状构造为主。

2.3 成矿阶段及蚀变特征

根据矿体的空间分布特点,矿物的结构构造、共生组合及交代穿插关系等将成矿划分为夕卡岩阶段、热液阶段及表生改造阶段。又以矿物的主要晶出时间划分为硅酸盐阶段(夕卡岩硅酸盐矿物)、硅化-硫化物阶段(闪锌矿-方铅矿-黄铜矿等)、碳酸盐(方解石-石英)阶段。

主要围岩蚀变为夕卡岩化、硅化、碳酸盐化、萤石

化、绿泥石化和绿帘石化。

2.4 矿化分带特征

水平方向从矿床的西南-东北分布夕卡岩内、外两个明显不同的矿物组合带。内带未发现明显的矿化,外带主要由钙铝-钙铁榴石、透辉石-钙铁辉石、硅灰石及石英、方解石组成,大量的金属硫化物分布在外夕卡岩带。矿石矿物组合复杂。在外带西南分布着磁黄铁矿-闪锌矿、闪锌矿-磁黄铁矿-黄铜矿、黄铜矿-闪锌矿、黄铜矿-方铅矿、自然铋-碲银矿等组合。在外带的中部和东北部矿物组合为黄铜矿-闪锌矿、黄铜矿-方铅矿、磁铁矿-赤铁矿组合。垂向上,矿体上部分布着以方铅矿为主的矿物组合,矿体下部分布着以闪锌矿为主的矿物组合。

3 矿床地球化学特征

3.1 成矿元素特征

正岔铅锌矿成矿区具有成矿元素富集叠加的地球化学场特征。区域异常表现为铅、锌单元素异常均具有三级分带及明显的浓集中心,异常强度分别为 181×10^{-6} 和 236×10^{-6} ,是直接找矿标志。土壤化探异常显示的特征元素组合为Pb-Zn-Cu-Ag。其中Pb、Zn异常套合好,分布在矿体上方,呈南北向延伸。原生晕分析结果Pb在闪长岩中最高,Zn在花岗斑岩中最高。

正岔铅锌矿床中主成矿元素为Pb、Zn、Cu。品位分别为Pb 0.03%~6.38%,平均1.66%;Zn 0.04%~13.8%,平均2.24%;Cu 0.35%~4.66%,平均2.5%(表1)。伴生有益组分为Au、Ag、Ge、Tl、Se、Sn,均达到了开发利用标准。矿石矿物电子探针分析结果表明^[3],正岔铅锌矿

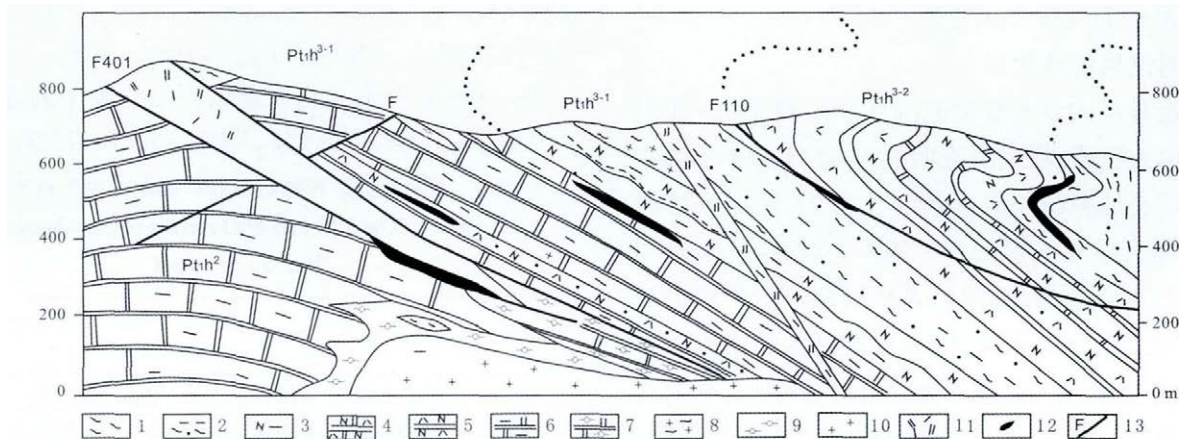


图3 正岔铅锌矿床剖面图

Fig. 3 Geologic section map of the Zhengcha lead-zinc deposit

1—石墨黑云变粒岩(graphite biotite granulite) 2—石墨透辉变粒岩(graphite diopside leptynite) 3—黑云斜长片麻岩(gneiss) 4—斜长角闪岩夹大理岩(amphibolite with marble) 5—斜长角闪岩(amphibolite) 6—石墨大理岩(graphite marble) 7—夕卡岩化大理岩(skarnized marble) 8—混合岩(migmatite); 9—夕卡岩(skarn); 10—花岗斑岩(granite porphyry); 11—钠长斑岩(albitophyre); 12—矿体(orebody); 13—断裂(带)(fault)

表 1 矿石矿物的电子探针分析结果表

Table 1 Electron microprobe analysis for the ore minerals from Zhengcha lead-zinc deposit

顺序号	样品编号	矿物名称	As	Bi	Pb	Au	Ag	Fe	Cu	Zn	Co	Ni	Te	S	总量
1	Z-12-3	方铅矿			86.87	0.01	0.09	0.03	0.06	0.03	0.03	0.01		12.47	99.6
2	Z-9-17	方铅矿			85.95	0	0.26	0.04	0.13	0.10				13.12	99.6
3	Z-9-17	方铅矿	0.21		86.71	0.02	0.62	0.33		0.05	0.05	0	0.06	12.97	101.04
4	Z-1-4	黄铜矿	0.09	0.09	0.09	0.01	0.04	29.93	34.79	0.02	0.07	0.08		34.15	99.36
5	Z-12-3	黄铜矿	0.02	0.07	0	0.04	0.02	29.76	34.49	0.03	0.01	0		34.48	98.92
6	Z-9-17	黄铜矿	0.04		0.02	0.03	0.01	30.81	35.44	0	0	0		33.41	99.72
7	Z-9-17	黄铜矿			0	0.02	0.06	30.82	35.95	0.05	0.03	0.01		33.32	100.26
8		闪锌矿	0.03		0.43	0.04	0.06	12.2	0.03	54.08	0.02	0.03		32.58	99.5
9		闪锌矿	0.07			0.01		11.97	0.05	54.02		0.03		33.26	99.41
10		闪锌矿	0.09	0.06		0.02	0.04	10.46	0.04	55.21	0.07	0.04		32.87	98.9
11		闪锌矿	0.09	0.02	0.06	0.03	0.06	10.2	0.07	56.38	0.06			31.63	98.6
12		闪锌矿	0.08	0.03	0.32	0.03	0.01	8.99		57.44	0.03	0.07		32.31	99.31

测试者 :中国地质科学院矿床所余静. 含量单位 :%(质量分数).

矿物成矿元素具有以下特征.

方铅矿 :Pb 含量为 85.95%~86.87% , S 含量为 12.47%~13.12% ,Ag 为 0.1%~0.62% 、Au 很少 (0~0.02%)或不含 ,方铅矿中银含量较高 ,Au/Ag=0~0.11. 显然 ,方铅矿相对富集银而不富集金.

闪锌矿 :Zn 含量为 54.02%~57.44% , S 含量为 31.63%~33.32% , 大多含银 , 一般为 0.01%~0.09% , Au/Ag=0.74. 除此而外 ,还含 As、Bi、Co、Ni、Mn 等元素.

黄铜矿 :Cu 含量为 34.49%~35.95% , S 含量为 33.32%~34.48% ,Au 为 0~0.4% ,Ag 为 0~0.6% ,Au/Ag 为 0~0.67%.

3.2 稳定同位素地球化学特征

3.2.1 硫同位素地球化学

正岔铅锌矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 变化范围 3.3‰~13.4‰ , 硫同位素组成均为正值 ,塔式效应明显. 该矿床的 $\delta^{34}\text{S}$ 有两个系统 , 即还原系统与氧化系统 (表 2). 还原系统的 $\delta^{34}\text{S}$ 较高 ,与区域集安群的 $\delta^{34}\text{S}$ 基本一致 ,推测是早期层状矿体的残留. 氧化系统的 $\delta^{34}\text{S}$ 较低 ,变化范围很窄 , $\delta^{34}\text{S}$ 有明显的均一化特征 ,表现为高温热液成矿体系. S 同位素变化过程表现为早期为还原系统 ,晚期演变为氧化体系 ,并且受到一定程度的大气水混合作用 ,但从整体上反映岩浆热液流体性质^[4]. 相对较低的 $\delta^{34}\text{S}$ 并非是岩浆作用提供的硫同位素 ,而是早期还原系统中的 $\delta^{34}\text{S}$ 被高温效应或氧化作用发生强烈的同位素分馏所致(图 4a).

表 2 正岔铅-锌矿床的硫同位素测定结果

Table 2 Sulfur isotope results of the Zhengcha lead-zinc deposit

氧化类型	形成温度	样品	样品数	$\delta^{34}\text{S}_{\text{CMT}}/\text{‰}$	$\delta^{34}\text{S}_{\text{CMT}}$ 均值/‰
还原系统	275~400℃	黄铁矿	1	13.4	13.4
		黄铁矿	2	5.1~6.7	5.9
		闪锌矿	5	5.3~6.2	5.7
		磁黄铁矿	2	4.7~4.8	4.75
氧化系统	260~340℃	方铅矿	6	3.3~4.3	3.55
		黄铜矿	3	6.3~7.8	7.4

据吉林省地质矿产局.

3.2.2 碳-氧同位素地球化学

碳-氧同位素测试结果表明(表 3 ,图 4b) ,方解石的 $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 为 0.5‰~5.3‰、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ 1.2‰~9.8‰ ,靠近花岗岩的矿化蚀变带的 $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 为 0.5‰~1.9‰、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ 为 1.2‰~3.4‰ ,夕卡岩化大理岩和硫化物中的方解石的 $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ 为-1.9‰~-3.1‰、 $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ 1.1‰~7.7‰ ,它们在

表 3 正岔铅锌矿床碳酸盐矿物 $\delta^{13}\text{C}$ 和 $\delta^{18}\text{O}$ 测定值

Table 3 The $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{18}\text{O}$ results of the Zhengcha lead-zinc deposit

样品号	取样位置	矿物	$\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ /‰	$\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ /‰	熔岩温度 /℃	矿液 $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}/\text{‰}$
Z-14-4	夕卡岩外带	方解石	5.3	9.4	290	4.8
Z-1-4	外接触矿化带	方解石	0.5	3.4	345	-0.2
Z-1-11	大理岩晶洞内	方解石	1.9	1.2	310	-3.6
Z-1-2	外接触矿化带	大理岩	-3.1	1.1	330	-3.2
Z-6-1	蚀变带	大理岩	-2.7	7.7	295	2.5
Z-12-1	夕卡岩化	大理岩	-1.9	6.3	290	-2.9

据吉林省地质矿产局.

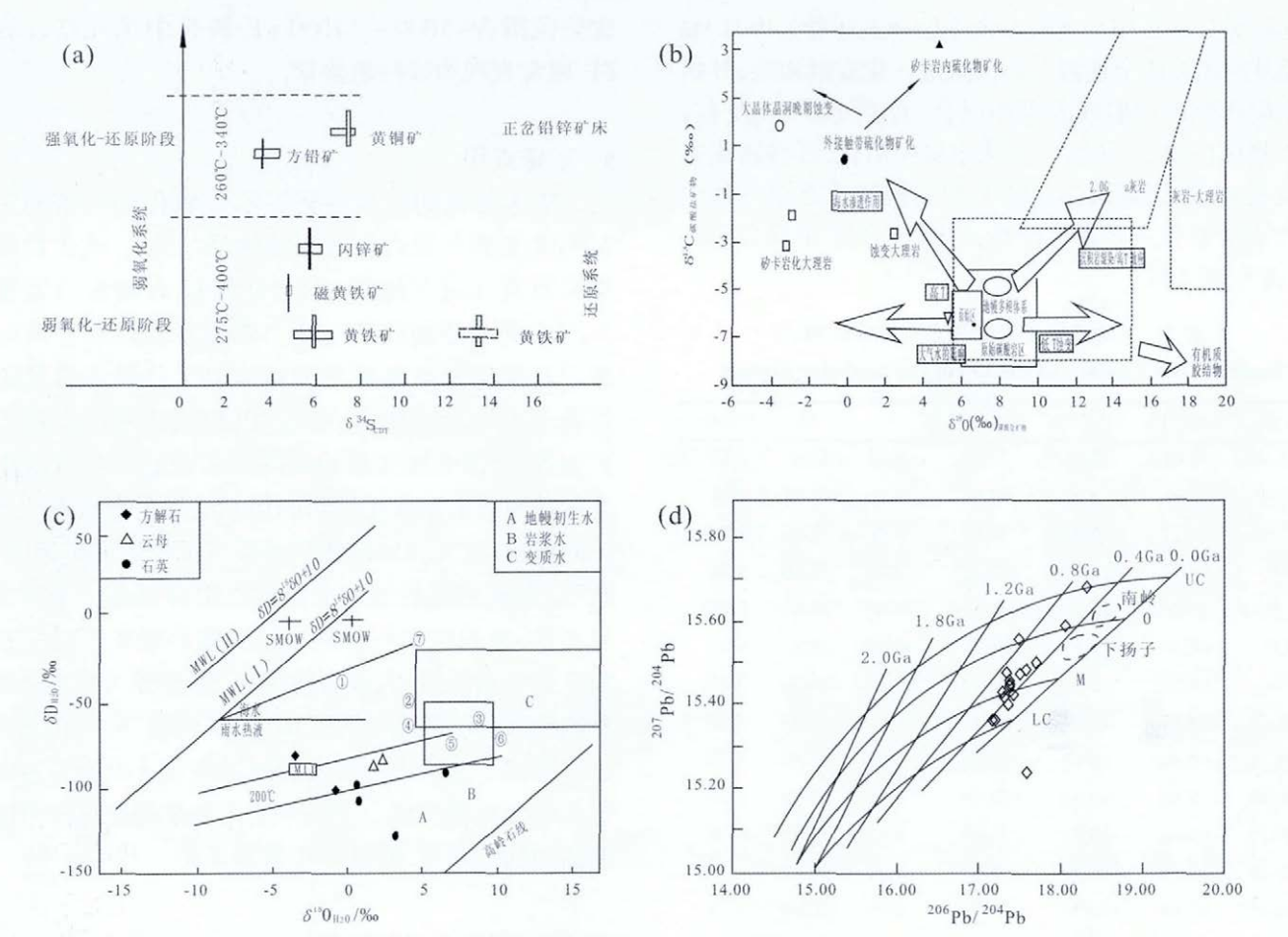


图 4 正岔铅锌矿床同位素特征

Fig. 4 The isotopic features of the Zhengcha lead-zinc deposit

a—硫同位素(S isotope) b—碳-氧同位素(C-O isotope) c—氢-氧同位素(H-O isotope) d—铅同位素(Pb isotope)

流体性质图解上成分点较分散,但整体显示海水渗透或海相 CO₂ 与岩浆性质的 CO₂ 混合的流体性质,且以海相 CO₂ 为主^[5].

3.2.3 氢-氧同位素地球化学

流体包裹体的氢-氧同位素测试结果显示(表 4),蚀变矿物云母的 δ¹⁸O_{H₂O} 为 1.6‰~2.0‰、δD_{H₂O} 为-90‰~-91‰,反映以岩浆流体为主,有雨水参与的混合流体性质. 方解石的 δ¹⁸O_{H₂O} 为-3.6‰~-0.9‰、δD_{H₂O} 为-87‰~-105‰,反映岩浆水和雨水两者比例相近的混合流体性质. 石英的 δ¹⁸O_{H₂O} 为-10.7‰~+7.8‰、δD_{H₂O} 为-120‰~-103‰,显示不同程度岩浆水与雨水混合的流体性质^[6]. 上述特征在 δ¹⁸O_{H₂O}-δD_{H₂O} 可以得到清晰的显示(图 4c)

3.2.4 铅同位素地球化学

正岔铅锌矿床的铅同位素组成近似正常铅,但放射性成因铅较高,分析值为 3.536‰~4.17%(>1%),属

表 4 矿床氢、氧、碳同位素测试结果

Table 4 Hydrogen, oxygen and carbon isotopes of the Zhengcha lead-zinc deposit

样品号	矿物	δ ¹⁸ O	δD	T/℃	矿物包裹体气液同位素		
					δ ¹⁸ O _{H₂O}	δD _{H₂O}	δ ¹³ C _{CO₂}
Z-1-11	方解石	1.2		310	-3.6	-87	
Z-1-2	方解石	1.1		330	-3.2		
Z-1-4	方解石	3.4		345	-0.5		
Z-12-1	方解石	6.3		290	-0.9	-105	
Z-6-1	白云母	3.9	-124	370	2.0	-90	
Z-9-2	黑云母	-0.9	-129	500	1.6	-91	
Z-1-4	石英	5.6		360	0.6	-103	-11.6
Z-9-8	石英	5.9		350	0.6	-110	-17.0
Z-12-1	石英	6.1		280	7.8		
Z-14-4	石英	2.0		185	-10.7	-120	4.1

据文献[8]. 同位素值单位 10⁻³.

异常铅范围.

计算结果表明铅经历了 2 个阶段演化,在 1971 Ma

前这些铅处在封闭的地幔系统中($\mu=8.8$ 环境),1971 Ma 时铅从封闭系统上地幔分离出来进入集安群地层,开始与不同比例的放射成因铅相混合.直到 129 Ma 左右,在岩浆热作用下,使这些铅从地层中活化,迁移富集重就位成矿床.笔者认为这种类型的铅同位素是一种中生代岩浆源和古元古代海相火山-沉积源相混合的产物(表 5 图 4d).

表 5 正岔铅锌矿铅同位素计算统计表

Table 5 Lead isotope of the Zhengcha lead-zinc deposit

样品号	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	U	Th	Th/U
Z-1-4	18.01	15.51	37.87	8.63	34.40	3.98
Z-1-9	17.99	15.58	37.81	8.76	34.92	3.98
Z-1-5	18.27	15.66	38.63	8.88	37.44	4.21
Z-6	18.37	15.73	38.52	9.00	37.08	4.12
Z-1-10-1	17.86	15.33	37.59	8.317	32.43	3.89
Z-5	18.39	15.68	38.38	8.908	35.92	4.03
Z-6	18.32	15.63	38.24	8.87	35.28	3.97
Z-7-2	18.32	15.66	38.27	8.878	35.68	4.02
Z-8-1	18.30	15.62	38.25	8.806	35.34	4.01
Z-9-10	18.30	15.63	38.33	8.82	35.75	4.05
Z-9-15	18.46	15.81	38.69	9.14	38.03	4.16
Z-9-16	17.79	15.27	37.14	8.21	30.47	3.71
Z-11-2	17.88	15.32	37.29	8.29	31.04	3.74
Z-12	17.97	15.54	37.84	8.67	34.78	4.01
3JD-13	18.203	15.599	38.097	8.77	35.07	3.99

据吉林省地质矿产局.

4 矿床地球物理特征

矿区中重力高异常区系密度较高的古元古界集安群荒岔岩组、蚂蚁河岩组、大东岔岩组含铅锌金银铜老变质岩分布区.重力低异常区对应密度较低的花岗岩分布区.正岔铅锌矿床所处的剩余重力低异常均为晚印支期复兴屯二长花岗岩、石英闪长岩岩体所引起.铅锌矿床处在重力梯度带的错动转折,基本上与北东向区域性断裂构造及北西向一般性断裂构造位置、规模一致,反映出断裂构造的控岩、控矿作用.

正岔铅锌矿区位于扁豆状正磁异常的东部次一级低缓异常南侧边缘,北西向和北东向线性梯度带在此处相交,其岩性由古元古界集安群和老岭群中浅变质岩系组成,磁性除个别岩性外,均较弱.而局部异常则由酸性侵入体或由隐伏岩体引起.在正岔西山夕卡岩型矿体上 ΔZ 曲线无明显的异常特征,而东山含铜铅锌矿体磁性普遍很强,出现正负交替峰状异常,强度

变化范围为+1000 ~ -1000 nT.断裂中填充基性岩脉时,通常表现为线性磁异常.

5 矿床成因

矿床的硫同位素特征显示,硫化物的硫同位素有明显继承古元古代地层的性质.因此,成矿物质主要来自古元古代地层.而含矿流体的雨水与岩浆水不同比例混合的性质、造山带岩浆流体的性质或俯冲岩石圈部分熔融派生的花岗岩浆分异的岩浆流体性质,进一步表明古元古代沉积成矿系统提供了成矿物质^[7],而中生代板块俯冲岩石圈底部部分熔融派生的花岗岩岩浆作用提供的热和流体是导致进一步成矿的根源.在元古宙海相热水喷流沉积形成矿床的“胚胎”,而在后期的地下水热液作用得以进一步富集^[8].以正岔-复兴屯为特征的铅锌矿床的成矿不仅受荒岔沟组斜长角闪岩、大理岩所控制,还受侵入的花岗斑岩所制约.因此,笔者认为该矿床的“胚胎”可能在元古宙已经形成,并为火山喷发的间隙期或火山喷发向海相沉积转化过程形成,受到中生代岩浆侵位热作用使得原始“胚胎”活化,并进一步富集成矿.

6 控矿因素及找矿标志

正岔铅锌矿矿体产出状态与构造关系密切,在褶皱挠曲、层间破碎带和层内裂隙地段矿化强,显示此类型的成矿作用既受原始古元古代地层控制,又受变质变形的褶皱挠曲、层间破碎带所控制.薄层硅质及碳质条带状或含燧石结核的白云石大理岩中,矿体呈似层状顺层产出,局部可见矿体或矿体某一地段与围岩呈明显的斜交关系,受大理岩中压扭性层间破碎带控制.该矿床同样显示了受地层和构造的双重制约.

综合矿床地质、地球化学、地球物理特征,笔者认为老岭地区正岔式夕卡岩型铅锌矿具有以下找矿标志.

(1)与变质热液成因有关的铅锌矿床,特别是在海相火山碎屑沉积向碳酸盐沉积的过渡岩相区的层状-似层状铅锌矿床,碳酸盐岩相与中生代侵入岩的接触界面是寻找夕卡岩型或热液铅锌矿床的有利部位.

(2)荒岔沟组地层中的薄-微层硅质及碳质条带状或含燧石结核的白云石大理岩受到继承性构造破碎的黄铁矿层或其邻近地段,区域上大型褶皱核部或次级小褶皱是铅锌矿化的有利场所.

(3)根据矿脉成组出现和具有雁行式侧列的特点, 应注意已知矿床(体)的延长部位和平行系统的找矿工作。

(4)霓辉石化、透闪石化、绿帘石化等晚期夕卡岩化可以作为找矿标志。以 Pb、Zn 元素为主的化探异常的存在也具找矿潜力。

(5)重力梯度带的错动转折处以及高磁特征表现为正负交替峰状异常, 低缓异常同线性梯度带相交部位具有较大的深部找矿潜力。

参考文献:

[1]葛肖虹. 吉林东部的大地构造环境与构造演化轮廓[J]. 现代地

质, 1990, 4(1): 107—113.

[2]吉林省地质矿产局. 吉林省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1993.

[3]陈殿芬, 孙淑琼. 吉林正岔铅锌矿床矿物及其共生组合的特征[J]. 地质评论, 1995, 41(1): 52—60.

[4]Faure G. 同位素地质学原理[M]. 北京: 科学出版社, 1983.

[5]丁梯平, 蒋少涌, 等. 华北元古宙铅锌成矿带稳定同位素研究[M]. 北京: 地质出版社, 1992.

[6]张理刚. 稳定同位素在地质科学中的应用[M]. 西安: 陕西科学技术出版社, 1985: 19—21.

[7]Cox D P, Singer D A. 矿床模式[M]. 北京: 地质出版社, 1989.

[8]冯守忠. 吉林正岔铅锌矿床地质特征及成矿机理[J]. 地质找矿论丛, 2008, 23(1): 16—21.

(上接第 178 页 /Continued from Page 178)

参考文献:

[1]弗格克留科夫. 黑龙江沿岸地区中生代成矿作用的时空状态[J]. 翟润田, 译. 黑龙江有色金属地质, 1994, 17(1/2): 72—83.

[2]常立海, 王晓勇, 王献忠, 等. 大兴安岭北部漠河逆冲推覆构造的特征及演化[J]. 吉林大学学报 地球科学版, 2007, 37(增刊): 11—15.

[3]李锦轶, 和政军, 莫申国, 等. 大兴安岭北部绣峰组下部砾岩的形成时代及其大地构造意义[J]. 地质通报, 2004, 23(2): 120—129.

[4]李锦轶, 和政军, 莫申国, 等. 大兴安岭北段地壳左行走滑运动的时代及其对中国东北及邻区中生代以来地壳构造演化重建的制约[J]. 地学前缘, 2004, 11(3): 157—168.

[5]李仰春, 刘宝山, 赵焕利, 等. 大兴安岭北段根河地区中生代构造应力场特征[J]. 大地构造与成矿学, 2005, 29(4): 443—450.

[6]张宏, 马俊孝, 权恒, 等. 大兴安岭北段中生代火山岩形成的动力学环境[J]. 贵金属地质, 1999, 8(1): 56—64.

[7]赵炳新, 王献忠, 公维国. 上黑龙江盆地西段大地构造演化与金成矿的关系[J]. 黄金科学技术, 2011, 19(3): 59—62.

[8]赵寒冬, 尹志刚, 马丽玲, 等. 上黑龙江盆地中侏罗统绣峰组的沉积环境与大地构造背景[J]. 地质通报, 2007, 26(7): 823—829.

[9]刚绪军, 宋丙剑. 上黑龙江盆地火山岩分布控矿因素分析[J]. 甘肃冶金, 2010, 32(4): 89—91.

[10]刘树杰, 朱科. 大兴安岭北段阿龙山地区环状火山构造盆地特征[J]. 吉林地质, 2011, 30(2): 14—30.

[11]张昱, 赵焕力, 韩彦东. 大兴安岭北段塔木兰沟组玄武岩地球化学

及构造背景[J]. 地质与资源, 2005, 14(2): 87—96.

[12]曹正琦, 侯光久. 大兴安岭北段晚中生代碱性侵入岩岩石地球化学特征及其意义[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2009, 28(3): 209—216.

[13]孙广瑞, 刘旭光, 韩振哲, 等. 上黑龙江盆地中上侏罗统二十二站群的地层划分与时代[J]. 地质通报, 2002, 21(3): 150—155.

[14]吴河勇, 杨建国, 黄清华, 等. 漠河盆地中生代地层层序及时代[J]. 地层学杂志, 2003, 27(3): 193—198.

[15]侯伟, 刘招君, 何玉平, 等. 漠河盆地上侏罗统沉积特征与构造背景[J]. 吉林大学学报 地球科学版, 2010, 40(2): 286—297.

[16]辛仁臣, 吴河勇, 杨建国. 漠河盆地上侏罗统层序地层格架[J]. 地层学杂志, 2003, 27(3): 199—204.

[17]宋丙剑, 江秉忠, 周殿宇, 等. 大兴安岭北部砂宝斯金矿成矿条件及找矿方向探讨[J]. 地质找矿论丛, 2007, 22(2): 107—112.

[18]赵春荣, 赵淑华, 梁海军. 黑龙江砂宝斯金矿地质特征及找矿方向[J]. 黄金地质, 2000, 6(4): 28—32.

[19]邱殿明, 张兴洲, 俞保祥, 等. 黑龙江砂宝斯金矿构造控矿特征及找矿方向[J]. 黄金地质, 2004, 25(11): 13—17.

[20]赵炳新, 宋丙剑, 周殿宇, 等. 黑龙江省漠河县砂宝斯金矿地质特征及成矿规律浅析[J]. 黄金科学技术, 2007, 15(2): 20—25.

[21]齐金忠, 李莉, 郭晓东. 大兴安岭北部砂宝斯蚀变砂岩型金矿地质特征[J]. 矿床地质, 2000, 19(2): 116—125.

[22]李瑞山. 新林蛇绿岩[J]. 黑龙江地质, 1991, 2(1): 19—31.

[23]齐金忠, 李莉, 郭晓东. 大兴安岭北部砂宝斯蚀变砂岩型金矿控矿因素[A]// 第四届全国青年地质工作者学术讨论会论文集. 1999.