

福建省主要铅锌矿床类型及其与锰质矽卡岩化的关系*

Major types of lead-zinc deposits in Fujian Province in relation to manganese skarnization

丰成友¹, 张德全¹, 余宏全¹, 李大新¹, 李进文¹, 吴建设²

(1 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037; 2 中国地质调查局, 北京 100011)

FENG ChengYou¹, ZHANG DeQuan¹, She HongQuan¹, Li DaXin¹, Li JinWen¹ and Wu JianShe²

(1 Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing 100037, China; 2 China Geological Survey, Beijing 100011, China)

摘要 文章将福建省铅锌矿床概括为五种类型, 以海底火山喷发沉积变质-岩浆热液改造型、沉积(火山沉积)-改造型和矽卡岩型最为重要; 含锰和锰质矽卡岩化对中性岩体接触带碎屑岩和碳酸盐岩之间层间构造破碎带内的矽卡岩矿床形成, 以及晚元古代海底火山喷发沉积初始矿源层的顺层渗滤交代、叠加改造和矿体最终定位均起重要作用; 广泛发育的锰质矽卡岩建造与其所处的活动大陆边缘构造环境及中生代强烈构造-岩浆侵入活动密切相关。

关键词 铅锌矿床; 分类; 含锰和锰质矽卡岩; 福建省

近年来, 福建省境内以闽中地区梅仙式和闽西南大排为代表的铅锌矿床地质找矿工作取得重大突破, 引起人们高度关注。本文基于系统野外调研和资料综合分析, 归纳出该省的主要铅锌矿床类型, 并探讨了含锰和锰质矽卡岩化与铅锌成矿的关系, 以期对深入认识本省及邻区铅锌成矿规律和矿产勘查有所裨益。

1 主要铅锌矿床类型

根据成矿地质特征、矿化作用方式, 其主要成因类型包括:

(1) 海底火山喷发沉积(块状硫化物)变质-岩浆热液改造型 产于闽西北隆起带之德化葛坑→尤溪→南平→政和(北东延入浙江庆元→龙泉→遂昌一带)和崇安→邵武→泰宁→建宁→宁化(西南延入江西石城)两分支裂谷内。该类矿床与新元古代马面山群(东岩组、龙北溪组、黄潭组)钙碱性系列中基性-酸性海底火山喷溢、喷发作用关系密切, 受以“变质基底天窗”形式出露的层位控制十分明显, 赋矿地层岩性以变粒岩、片岩为主夹条带状含磁铁矿透辉石石英岩、大理岩等, 原岩建造为海相细碧-石英角斑质火山岩系及火山-沉积建造(张生辉等, 2005), 形成于大陆裂谷陆间海环境, 变质程度为高绿片岩相-低角闪岩相。矿体呈似层状、层状、透镜状产于绿片岩中, 产状与围岩片理一致, 一般矿层多且稳定, 矿体规模大、延伸长, 金属矿物以磁黄铁矿、闪锌矿、方铅矿和黄铁矿为主, 含少量黄铜矿、磁铁矿及银矿物, 非金属矿物主要为透辉石、绿帘石、阳起石、绿泥石, 次为石英、长石、碳酸盐矿物、石榴子石等, 主要围岩蚀变包括透辉石化、绿帘石化、阳起石化、绿泥石化、绢云母化、硅化、碳酸盐化等。一般经历火山喷发沉积成矿期(晚元古代, 1019~1599 Ma)、变质热液改造期(加里东期)、岩浆热液叠加改造期(燕

*本文得到中国地质调查局地质调查项目(编号: 1212010561603-2)的资助

第一作者简介 丰成友, 男, 1971年生, 博士, 副研究员, 从事矿床地质、地球化学研究。E-mail: fengchy@yahoo.com.cn

山晚期, 127~151 Ma) 和表生期(铁锰帽)。矿石矿物 $\delta^{34}\text{S}$ 值变化于-3.5‰~+5.6‰(平均 2.0‰), $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=17.600\sim 18.342$ 、 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.552\sim 15.671$ 、 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=38.056\sim 39.432$, $\delta^{18}\text{O}_{\text{石英}}=7.4\‰\sim 8.7\‰$, $\delta\text{D}=-64\‰\sim -58\‰$ 。该类矿床统称为梅仙式(叶水泉等, 1999), 典型实例如尤溪丁家山、峰岩、南平后坪、建瓯八外洋、东岩、王地后、建阳水吉、政和夏山、屏南黛溪、顺昌山后、宁化溪源等。

(2) 沉积(火山沉积)-改造型 主要分布于华力西期—印支期永(安)—梅(州)拗陷带的福建省部分—闽西南拗陷之连城—武平、永定—龙岩—大田和建安—德化阳山 3 条 NE 向次级拗陷带内。矿床(矿体)严格受一套浅海-海湾相碳酸盐岩、细碎屑岩夹火山岩及火山碎屑岩相建造的地层层位($\text{P}_{1q}\sim\text{P}_{1w}$ 、 T_{1x})控制。与成矿有关的火山岩类主要岩性包括英安岩、安山玄武岩、安山质角砾岩、凝灰岩、流纹质凝灰岩、沉凝灰岩、铁硅质岩等, 具拉张构造环境下火山活动的特点。矿化以 Pb、Zn 为主, 伴生 Ag、Cu, 矿体呈层状、似层状及透镜状产在浅海-滨海相碎屑岩与碳酸盐岩过渡处或碎屑岩夹凝灰岩层中, 产状与围岩一致。矿化带规模一般较大, 但单个矿体相对较小, 多数长 50~150 m, 少数超过 300 m, 围岩蚀变不强。矿石 $\delta^{34}\text{S}$ 值变化较大(-7.76%~11.84%), 铅同位素组成复杂, 既有正常铅, 也有异常铅, 由此反映出成矿物质的多源性。成矿温度变化于 120~350℃之间, 高者可达 400℃。成矿与火山喷发沉积作用有关, 后期往往受构造-岩浆热液改造, 代表性矿床有钟魏、珠地、雄峰等铅锌矿床。

(3) 矽卡岩型 主要见于闽西南地区龙岩—大田次级拗陷带内, 以永定大排和樟坑为代表, 马坑铁矿中也见及该类型伴生铅锌矿化(赵一鸣等, 1997)。赋矿地层为下石炭统林地组(C_{1l})、中石炭统黄龙组(C_{2h})—下二叠统栖霞组(P_{1q})、下二叠统文笔山组(P_{1w})—童子岩组(P_{1t})和下三叠统溪口组(T_{1x}), 矿体主要产于中酸性(以花岗闪长斑岩、花岗斑岩为主)中-小岩体、岩脉外接触带的碳酸盐岩与碎屑岩相过渡处, 因控矿容矿构造常为推覆构造或层间构造破碎带, 因此, 常呈层状、似层状, 具有层状矽卡岩矿化的特点。围岩蚀变强烈且以矽卡岩化为主, 另有绢云母化、绿泥石化、黄铁矿化、高岭土化等。该类矿床原生矿品位较富, 但往往上部氧化带较深且品位不高。除铅锌外, 常共(伴)生有铜、钼、磁铁矿化等, 并具有一定的矿化蚀变分带现象。

(4) 热液脉型 分布较广, 具有一定规模者主要见于闽中地区下元古界麻源群南山组(如建阳大金山矿床, 刘诗光等, 2003)、大金山组、大金山组与侏罗系梨山组接触带以及加里东期片麻状花岗闪长岩(如浦城金竹坑矿床, 刘乃忠等, 2004)中。此外, 在晚元古代马面山群容矿的梅仙式块状硫化物矿床中亦见有此类矿化(如水吉矿区 IV A_1 矿体、丁家山矿区 IV 矿体和峰岩矿区 F_2 断裂控制的脉型矿体等)。矿体产于花岗岩类侵入体与围岩的内外接触带上, 明显受 NE、NEE 向断裂构造控制, 主要呈脉状、囊状、透镜状和不规则状, 沿走向和倾向常有分支复合、膨缩和尖灭再现现象。矿石矿物以方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、黄铜矿等为主, 蚀变类型有硅化、绢英岩化、绿泥石化、绿帘石化、碳酸盐化等。一般认为, 元古代地层为该类矿床提供了部分成矿物质, 燕山期构造-岩浆热液作用促使初始矿源层活化、迁移, 于断裂裂隙中充填、淀积成矿。

(5) 陆相火山-次火山热液型 主要产于闽东火山断陷带, 一种位于晚侏罗-早白垩世陆相钙碱性系列的中-酸性火山喷发带中, 严格受断裂构造控制, 沿断裂常有流纹斑岩、闪长玢岩、辉绿岩等次火山岩体侵入, 可能为矿床形成提供成矿热液, 矿体呈脉状、薄板状、透镜状, 成群成带产出, 见有黄铁绢英岩化、硅化、碳酸盐化、高岭土化等蚀变, 如周宁芹溪铅锌矿床(周辉能, 2005); 另一种产于侏罗系陆相火山沉积盆地内的泥质岩、砂质泥岩和火山碎屑岩中, 受层间断裂控制, 呈似层状、透镜状, 沿矿体走向和倾向有分支复合和膨缩现象, 块状、浸染条带状、浸染-细脉浸染状构造。矿石矿物以黄铁矿、方铅矿、闪锌矿为主, 脉石矿物有绿泥石、石英、绢云母、黑云母等, 如屏峰矿床。通常, 脉状矿体品位中-富, 矿床规模以小型为主; 似层状矿体矿石贫, 矿床规模以小型和矿点为主, 个别可达中型。

2 含锰和锰质矽卡岩化对铅锌成矿作用的贡献

2.1 含锰和锰质矽卡岩化的分布及特征

与铅锌成矿有关的含锰或锰质矽卡岩化自闽西北隆起带至闽西南拗陷带均有分布，主要集中在海底火山喷发沉积变质—岩浆热液改造型（梅仙式）和矽卡岩型矿床之中。对于前者，狄永军等（2006）选择闽中裂谷带内新元古代马面山群绿片岩容矿的峰岩、八外洋、西坑、王地后、夏山、山后等代表性矿床开展了蚀变矿物组合和辉石电子探针成分分析，表明主要矽卡岩矿物为辉石、绿帘石，次为阳起石、透闪石、石榴子石等，其中辉石在各矿床中最普遍，为灰色或灰绿色的粗粒柱状、束状或放射状，单偏光下呈浅粉红色到略带蓝色，绿帘石为浅黄绿色。辉石成分分析显示为含锰的透辉石（MnO=0.28%~6.27%）和富锰的钙铁辉石（MnO=4.94%~14.02%），少数属锰钙辉石（MnO=18.9%）。对于后者，本文以闽西南樟坑和大排铅锌矿床为对象进行了研究。樟坑 ZK1601 钻孔自上而下矽卡岩化均十分强烈，主要矽卡岩矿物为石榴子石和单斜辉石，从表 1 和图 1、2 可见，辉石均为透辉石和钙铁辉石，且在 145m 以下透辉石和钙铁辉石含 Mn 显著增高（MnO=2.58%~4.16%）。与之相比，大排铅锌矿床辉石中的锰含量更高（MnO=16.97%~17.58%），与赵一鸣等（1997）的研究结果相似，为灰白色略带粉红色以柱粒状、放射状集合体形式存在的锰钙辉石。

表 1 闽西南樟坑和大排铅锌矿床辉石电子探针分析结果

矿床	样品号	矿物名称	wt/%									端员组成/%				
			SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	总计	Di	Hed	Jo	
樟坑	ZK1601-2-1	透辉石	54.43	0.00	0.01	6.07	1.52	13.66	24.86	0.05	0.00	100.63	76.2	19.0	4.8	
	ZK1601-2-2	透辉石	54.11	0.00	0.02	6.61	1.80	12.79	24.98	0.07	0.01	100.44	73.0	21.2	5.8	
	ZK1601-11-1	透辉石	55.14	0.01	0.00	3.07	1.55	15.59	24.88	0.00	0.01	100.28	85.7	9.5	4.8	
	ZK1601-11-2	透辉石	54.81	0.00	0.01	5.49	1.55	13.84	24.79	0.03	0.01	100.51	77.8	17.3	4.9	
	ZK1601-12-1	透辉石	54.52	0.00	0.01	3.42	1.96	14.49	25.00	0.00	0.00	99.43	82.7	11.0	6.3	
	ZK1601-13-1	透辉石	53.80	0.01	0.00	7.69	1.62	12.33	24.38	0.00	0.01	99.85	70.2	24.6	5.2	
	ZK1601-13-2	含锰钙铁辉石	51.34	0.00	0.03	16.58	2.89	5.55	23.32	0.04	0.00	99.79	33.6	56.4	10.0	
	ZK1601-14-1	含锰透辉石	51.82	0.02	0.01	13.71	2.71	7.93	24.10	0.01	0.00	100.30	46.2	44.8	9.0	
	ZK1601-15-1	含锰钙铁辉石	51.93	0.01	0.03	13.67	2.95	7.46	23.69	0.06	0.00	99.78	44.4	45.6	10.0	
	ZK1601-15-2	含锰钙铁辉石	49.96	0.00	0.07	18.16	4.16	4.03	22.95	0.11	0.00	99.44	24.3	61.5	14.3	
	ZK1601-16-1	含锰透辉石	52.25	0.00	0.03	10.72	2.58	9.90	24.00	0.03	0.00	99.52	57.0	34.6	8.4	
	ZK1601-18-1	含锰透辉石	51.86	0.01	0.00	13.13	2.65	8.04	23.50	0.00	0.00	99.21	47.5	43.6	8.9	
	ZK1601-18-2	含锰钙铁辉石	51.33	0.00	0.00	13.63	3.86	7.41	23.17	0.01	0.01	99.40	42.9	44.3	12.7	
	大排	Dp5-1	锰钙辉石	49.58	0.00	0.23	8.16	16.97	1.50	22.57	0.20	0.00	99.21	9.5	29.1	61.3
		Dp5-2	锰钙辉石	49.79	0.00	0.24	7.77	17.32	1.70	22.71	0.09	0.00	99.66	10.7	27.4	61.9
		Dp5-3	锰钙辉石	50.16	0.00	0.19	7.37	17.58	1.66	22.30	0.09	0.00	99.36	10.5	26.2	63.3

注：样品由中国地质科学院矿产资源研究所电子探针室余静分析。

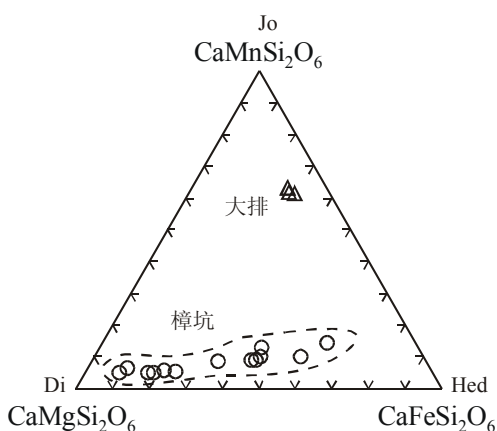


图 1 樟坑和大排铅锌矿床中辉石的成分三角图

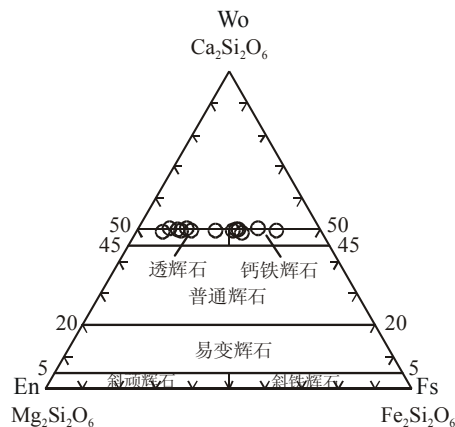


图 2 樟坑矿床的 Wo-En-Fs 图解（据 Morimoto, 1989）

2.2 对铅锌成矿作用的贡献

Morimoto (1989) 研究表明, 与铅锌矿化有关的辉石主要为透辉石和钙铁辉石; 赵一鸣等 (2002) 指出锰质矽卡岩是评价含 Pb-Zn-Ag 矽卡岩矿床的重要找矿标志。由前述可知, 闽中裂谷梅仙式铅锌矿床中的辉石均为透辉石和钙铁辉石, 富锰, 与典型矽卡岩型铅锌矿床中的辉石类似。含锰辉石主要分布于燕山期岩脉或岩体接触带及绿帘辉石岩中的似层状矿体及近矿围岩中, 而远离接触带或矿体部位以及海相火山-沉积赋矿岩系中的大理岩不含 Mn, 区域变质作用形成的透辉石含锰却很低。樟坑和梅仙式铅锌矿床出现指示矽卡岩矿化的含锰钙铁榴石和钙铝榴石, 亦明显有别于区域变质过程常形成铁铝榴石矽卡岩矿物的现象。此外, 在梅仙式铅锌矿床中常见到铅锌矿脉交代大理岩、铅锌矿物粒度显著变粗、矿石品位变富等现象; 在大排矿床, 产于花岗闪长斑岩体或花岗斑岩脉外接触带碎屑岩和碳酸盐岩之间层间构造破碎带中的似层状、透镜状顺层产出的矽卡岩铅锌矿体规模巨大 (长>800 m、延深>450 m、厚 100~200 m)。上述均表明锰质矽卡岩化不但可形成颇具规模的典型矽卡岩型铅锌矿床, 而且可对早期 (晚元古代) 海底火山喷发沉积初始矿源层产生强烈的构造-岩浆热液顺层渗滤交代作用, 对矿质富集和矿体最终定位具有重要意义。

3 主要铅锌矿床类型的时空演化规律

福建省铅锌矿床形成具多阶段性, 主要集中在新元古代、早二叠世—早三叠世和晚侏罗世—早白垩世, 分别与华夏古陆的形成演化、特提斯向环太平洋构造域转换以及中生代中国东部大陆边缘构造活动密切相关 (吴淦国等, 2004)。相应地, 本省主要铅锌成矿作用可归纳为如下 3 个成矿系列, 即四堡—晋宁期与海底中基性-中酸性火山活动有关的铅锌矿床成矿系列、晚华力西—印支期与中基性-酸性火山-沉积活动有关的铅锌矿床成矿系列、燕山晚期与中酸性火山及侵入岩有关的铅锌矿床成矿系列。空间上, 除矽卡岩型和热液脉型矿床分布较广外, 海底火山喷发沉积变质-岩浆热液改造型、沉积 (火山沉积) -改造型和陆相火山-次火山热液型矿床分别主要产于闽西北隆起带、闽西南拗陷带和闽东火山断陷带。

4 结 论

(1) 福建省铅锌矿床可分为 5 种类型, 其中以海底火山喷发沉积变质-岩浆热液改造型、沉积 (火山沉积) -改造型和矽卡岩型最为重要。

(2) 含锰和锰质矽卡岩化与铅锌成矿关系密切, 对中酸性岩体外接触带碎屑岩和碳酸盐岩之间层间构造破碎带内的典型矽卡岩矿床形成, 以及海底火山喷发沉积初始矿源层的顺层渗滤交代、叠加改造和矿体最终定位均具有重要意义。

(3) 强烈发育的锰质矽卡岩建造与其所处的滨西太平洋活动大陆边缘构造环境及中生代构造-岩浆侵入活动密切相关。

参 考 文 献

- 狄永军, 吴淦国, 张 达, 余心起, 林东燕, 石建基, 臧文拴, 张祥信, 汪群峰. 2006. 闽中地区铅锌矿床辉石成分特征及其成因意义. 矿床地质, 25(2): 123~134.
- 刘乃忠, 刘诗光. 2004. 福建浦城金竹坑铅锌矿床地质特征及成因初探. 福建地质, 23(2): 59~66.
- 刘诗光, 刘乃忠. 2003. 福建建阳大金山铅锌矿床成因探讨. 福建地质, 22(3): 116~124.
- 吴淦国, 张 达, 彭润民, 吴建设, 高天钧, 陈柏林, 汪群峰, 狄永军, 张祥信. 2004. 东南沿海成矿带矿床形成的时间演化规律研究. 地学前缘, 11(1): 237~24.
- 叶水泉, 倪大平, 吴志强. 1999. 福建省梅仙式块状硫化物矿床. 火山地质与矿产, 20(3): 172~179.
- 张生辉, 石建基, 狄永军, 余心起. 2005. 闽中裂谷块状硫化物型铅锌矿床的地质特征及找矿意义. 现代地质, 19(3): 375~384.
- 赵一鸣. 1997. 我国一些重要夕卡岩 Pb-Zn 多金属矿床的交代分带. 矿床地质, 16(2): 120~129.
- 赵一鸣, 张轶男, 林文蔚. 1997. 我国夕卡岩矿床中的辉石和似辉石特征及其与金属矿化的关系. 矿床地质, 16(4): 318~329.
- 赵一鸣, 李大新, 董永观. 2002. 再论含 Pb-Zn(Ag) 锰质夕卡岩建造. 矿床地质, 21(增刊): 548~552.
- 周辉能. 2005. 周宁芹溪铅锌银矿床地质特征与成因初探. 福建地质, 24(1): 19~24.
- Morimoto N. 1989. Nomenclature of pyroxenes. Canadian Mineralogist, 27: 143~156.