

文章编号: 1001-1412(2000) 03-0246-08

伊比利亚型——一种新类型块状硫化物矿床 地质地球化学及成因

于际民, 蒋少涌

(南京大学 地球科学系, 内生金属成矿机制研究国家重点实验室, 江苏 南京 210093)

摘 要: 块状硫化物矿床主要有两种类型: 火山岩容矿型(如日本黑矿)和沉积岩容矿型(如加拿大苏利文矿床)。近年来, 在西班牙和葡萄牙的伊比利亚区发现了一条长 250 km, 宽 25~70 km 的黄铁矿带, 其中产有若干世界级的超大型锡多金属块状硫化物矿床。根据对这些矿床的地质特征、成矿流体包裹体、H、O、S、Pb 同位素及成矿环境和成矿模式的研究表明, 它们具有明显不同于火山岩容矿型或沉积岩容矿型块状硫化物矿床的特征, 而是一种新类型的块状硫化物矿床, 称之为伊比利亚型。文章介绍了该矿床地质地球化学研究的最新进展情况。

关键词: 块状硫化物矿床; 流体包裹体; H、O、S、Pb 同位素; 成矿模式; 伊比利亚型

中图分类号: P611; P618.4

文献标识码: A

伊比利亚黄铁矿带(Iberian Pyrite Belt, 简称 IPB) 位于西班牙和葡萄牙的伊比利亚半岛的西南部。该带产有许多古生代大型、超大型块状硫化物矿床, 是目前世界上最大的块状硫化物矿集区。在该带中的开采活动可以追溯至铜器时代, 当时以采地表黄铁矿为主, 用于制造硫酸。到 20 世纪 60 年代末, 由于大量的地表矿石被开采光, 采矿工作趋于停顿。1977 年, 在 Neves-Corvo 区发现了超大型的富 Cu、Sn 硫化物盲矿体, 从而在该带上掀起了新一轮的找矿高潮。目前, 在该矿带上找到的大于 100 Mt 矿石量的超大型矿有 8 个, 其中 Rio Tinto > 290 Mt, Neves-Corvo > 270 Mt, Aljustrel > 230 Mt。近年来, 世界各国的矿床地质学家对这些矿床产生了极大的兴趣, 并相继开展了大量的地质、地球化学研究。

1 区域地质和矿床地质概况

IPB 带长 250 km, 宽 25~70 km, 主要由晚泥盆统(D_3)至中石炭统(C_2)地层组成。包括 (1) D_3^1 : 千枚石英岩序列(PQ), 主要由页岩、石英砂岩, 少量砾岩组成; (2) $D_3^1-C_1^1$: 火山-沉积岩序列(VSC); (3) C_2 : 厚层浊积岩序列(CULM), 主要由页岩、砂屑岩组成^[1]。在 VSC 序列中,

收稿日期: 2000-03-15; 修订日期: 2000-06-16

第一作者简介: 于际民(1975-), 男, 山东临沂人, 硕士研究生, 矿床与地球化学专业。

三期长英质火山岩与两期铁镁质火山岩交替出现, IPB 带的矿床与 VSC 的第一期和第二期火山岩有关, 并与其中的黑色泥质页岩有着密切的关系^[2]。根据矿体与火山岩的空间位置关系, 指示矿体可能形成于火山活动的衰退期^[3]。

IPB 带中硫化物矿化主要有 3 种类型^[4]: (1) 层状多金属硫化物矿体, 富含黄铁矿, $w(S) = 35\% \sim 51\%$; (2) 浸染状多金属黄铁矿矿体, 通常沿走向渐变过渡到层状矿体, 或作为层状矿体的外围矿化晕, $w(S) < 35\%$; (3) 网脉状、细脉状硫化物矿石, $w(S)$ 一般 $5\% \sim 25\%$ 。在许多超大型矿床中, 如 Rio Tinto, Aljustrel, Neves-Corvo 等, 均发育典型的“下脉上层”(即下部网脉状矿体, 上部层状矿体)的块状硫化物矿床特征。

IPB 带中矿床规模大, 矿石品位富, 储量高(见表 1)。

表 1 IPB 带中大型超大型矿床的矿石储量和平均金属品位一览表^[5]

Table 1 Ore reserves and average metal grade of selected giant deposits in the IPB^[5]

矿床(体)名称	矿石储量(Mt)	Cu	Zn	Pb	Sn	Ag	Au
		(w B/ %)				(w B/ 10 ⁻⁶)	
Aljustrel 矿床	250	0.8	3	1		38	0.8
Aznalcollar 矿床							
Aznalcollar 矿体	43	0.4	3.3	1.8		67	
Los Frailes 矿体	70	0.4	3.8	2.2	0.01	63	
La zarza 矿床	100	0.7	1.5	0.6		22	0.6
Masa Valverde 矿床	120	0.5	1.3	0.6		38	0.8
Neves Corvo 矿床	270	1.6	1.4	0.3	0.05		
富 Cu 矿石	38	7.5	1.2		0.3		
富 Sn 矿石	4	11.7	1.7		2.5		
富 Zn 矿石	47	0.5	6.2	1.2			
Rio Tinto 矿床	250	1	2	1		30	0.3
Sotiel-Migollas 矿床							
Sotiel 矿体	59	0.6	3.8	1.6			
Migollas 矿体	58	0.9	2.2	1.1			
Tharsis 矿床	115	0.5	2.7	0.6		22	0.7

黄铁矿是最常见的矿石矿物, 其他主要矿石矿物还包括: 闪锌矿, 方铅矿, 黄铜矿, 黝铜矿, 毒砂, 磁黄铁矿和锡石等。次要矿物主要有: Bi-Sb-Pb-As 硫盐, 黄锡矿, 磁铁矿, 金银矿, 辉砷铁矿等。在 IPB 带的矿体中普遍存在含 Bi 矿物(主要有辉铋矿, 自然铋及铋的硫盐等)和含锡的矿物(主要有黄锡矿, 锌黄锡矿, 锡石等)^[6, 7, 8]。

2 矿床元素地球化学特征

IPB 矿带的成矿元素以富 Zn-Pb-Cu 为特征, 个别矿床也富 Ag 和 Au。但葡萄牙的 Neves-Corvo 矿床以富 Sn-Cu 而不同于矿带中的其他矿床, 它也是世界上独一无二的富含高品位块状锡矿石的超大型块状硫化物型锡矿床。

各矿床均发育良好的同心圆状蚀变分带,表现在元素分布上,内带(绿泥石化)以 Ca, Na, K 含量低, Al, Fe, Mg 含量高为特征,而外带(绢云母化)以 Na, Ca 含量低, K, Al 含量高为特征。Ba 在绢云母化带也十分富集, $w(\text{Ba})$ 可高达 $1\,400 \times 10^{-6} \sim 15\,900 \times 10^{-6}$, 以富 Ba-绢云母 (BaO 的质量分数可高达 3.5%) 为特征^[9]。

与块状硫化物矿体紧密相关的火山岩为高度分异的硅质流纹岩 (SiO_2 的质量分数 > 77%), 也含少量英安岩。流纹岩的 Al_2O_3 , TiO_2 和 P_2O_5 随 SiO_2 的质量分数增高而降低。稀土配分模式显示轻稀土富集, 大的 Eu 负异常, 低 La/Y, 贫 Zr、Y 和 Nb。而英安岩较富 Al_2O_3 和 TiO_2 , 稀土配分与共生的安山岩相似。这些火山岩 $w(\text{Sn})$ 一般较低 (2×10^{-6}), 但个别岩石 $w(\text{Sn})$ 高达 14×10^{-6} ^[10]。

在块状硫化物矿体的上盘发育一套化学沉积硅质岩石, 以富 Mn 和 Fe 的燧石岩为特征, $w(\text{MnO})$ 可高达 40%。 $w(\text{TFe})$ 可高达 32%。 $w(\text{REE})$ 也很高, $w(\text{LREE}) = 500 \times 10^{-9} \sim 12\,000 \times 10^{-9}$, $w(\text{HREE}) = 10 \times 10^{-9} \sim 100 \times 10^{-9}$ 。具有弱 LREE 富集的特征, Ce 正异常 ($\text{Ce}/\text{Ce}^* = 1.16 \sim 1.38$), Eu 负异常 ($\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0.29 \sim 0.79$)。说明它们是形成于浅海环境的热液沉积物^[11, 12]。

对硫化物矿石样品的 REE 分析表明^[13], 它们的 REE 配分模式多数具有正的 Ce 和负的 Eu 异常。层状和块状硫化物矿石具有不同于其下覆网脉带硫化物矿石的 REE 配分特征, 一般来说, 后者的 LREE 相对于 HREE 的分馏程度要高一些^[13]。

3 矿床流体包裹体及同位素地球化学特征

3.1 流体包裹体

图 1 对比了 IPB 矿床与火山岩容矿型块状硫化物 (VHMS) 矿床 (日本黑矿、塞浦路斯铜矿) 中流体包裹体均一温度和盐度变化。IPB 矿床均一温度为 $110 \sim 390^\circ\text{C}$, 与 VHMS 矿床一致, 但盐度 $w(\text{NaCl}) = 2\% \sim 13\%$, 明显高于 VHMS 矿床, 而位于深海底喷出热卤水和红海热卤水盐度之间。

根据流体包裹体均一温度分布 (图 1) 和矿物共生关系、结构构造特征, 可以推断该区的块状硫化物矿床至少经历了两期热液活动, 即早期的低温阶段 ($< 300^\circ\text{C}$) 和晚期的高温阶段 ($300 \sim 400^\circ\text{C}$)^[5]。

3.2 氢、氧同位素地球化学

IPB 带火山岩具有异常高的 $\delta^{18}\text{O}$ 值 ($+16 \times 10^{-3} \sim +18 \times 10^{-3}$), 可能是在低温、水/岩较高的情况下, 海水与岩石反应的结果^[14, 15]。矿床中蚀变岩存在明显的氧同位素分带, 内带 (绿泥石化网脉状带) $\delta^{18}\text{O} = +8.7 \times 10^{-3} \sim +11.2 \times 10^{-3}$, 而外带 (绢云母化网脉带) $\delta^{18}\text{O}$ 值增高至 $+11.0 \times 10^{-3} \sim +13.3 \times 10^{-3}$ ^[16]。在 Neves-Corvo 矿床, 锡石的 $\delta^{18}\text{O} = -1.4 \times 10^{-3} \sim -0.4 \times 10^{-3}$, 是迄今为止发现的最贫¹⁸O 的锡石。根据共生锡石-石英的氧同位素温度计计算的成矿温度为 $167 \sim 196^\circ\text{C}$ ^[16]。在 Feitais-Estacao 矿床, 根据石英-绿泥石氧同位素温度计计算出网脉带矿化温度为 $200 \sim 250^\circ\text{C}$ ^[15], 而根据石英-磁铁矿对计算的 Rio Tinto 矿床成矿温度稍高

(350℃)^[17]。在 Soteil 矿床, 根据热液蚀变铁白云石 $\delta^{18}\text{O}$ 值估算的成矿温度只有 190~100℃, 而 Tharsis 矿床中菱铁矿-硫化物层状矿体的形成温度约为 70℃^[18]。IPB 矿带硫化物矿体上盘硅质岩中石英 $\delta^{18}\text{O} = +19.9 \times 10^{-3} \sim +21.7 \times 10^{-3}$, 计算的形成温度为 110~130℃^[15]。

综合对 IPB 矿带矿体下盘网脉状矿化脉的氢、氧同位素研究资料, 计算出成矿流体 $\delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$ 和 $\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ 变化范围分别为 $-10 \times 10^{-3} \sim +18 \times 10^{-3}$ 和 $0 \times 10^{-3} \sim +6 \times 10^{-3}$, 如图 2 所示。它与日本黑矿和塞浦路斯铜矿具有相似的氢、氧同位素组成范围, 表明成矿热液主要是由对流或地震泵方式驱动的循环海水组成, 但并不排除少量岩浆水或同生沉积卤水的贡献^[5, 14, 15]。

3.3 硫同位素地球化学

IPB 带矿床硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 值范围较大, 为 $-15 \times 10^{-3} \sim +10 \times 10^{-3}$, 且各个矿床 $\delta^{34}\text{S}$ 组成各不相同^[19~23]。所有矿床中, 网脉状矿石一般比层状矿石富集重硫($\delta^{34}\text{S}$ 值增高)(图 3)。由图 3 可知, IPB 矿床的 $\delta^{34}\text{S}$ 值介于沉积岩容矿型(SHMS)和火山岩容矿型(VHMS)块状硫化物矿床的 $\delta^{34}\text{S}$ 值之间。

Velasco 等利用原位分析技术对 IPB 矿区的 S 同位素进行了详细的分析, 发现 S 同位素组成与矿物的微观结构有关: 具有与原始成岩作用结构有关的硫化物 $\delta^{34}\text{S}$ 值较低($-8 \times 10^{-3} \sim +2 \times 10^{-3}$), 而具有后期网脉状结构的硫化物有较高的 $\delta^{34}\text{S}$ 值($+3 \times 10^{-3} \sim +5 \times 10^{-3}$)^[21]。重晶石的 $\delta^{34}\text{S}$ 值约为 $+18 \times 10^{-3}$, 基本上继承了海水中硫酸盐的 S 同位素组成, 他们认为 IPB 矿区硫化物中 S 的来源: 一为细菌还原海水中硫酸盐形成硫化物; 另一为热液本身来源, 它通过无机还原同时代海水中硫酸盐形成硫化物。这两种来源的比例受地质环境的制约和影响。

3.4 铅同位素地球化学

在 IPB 带, 尽管各矿床的地理位置、矿化程度、层位等不同, 但在整个区域内(除 Neves-

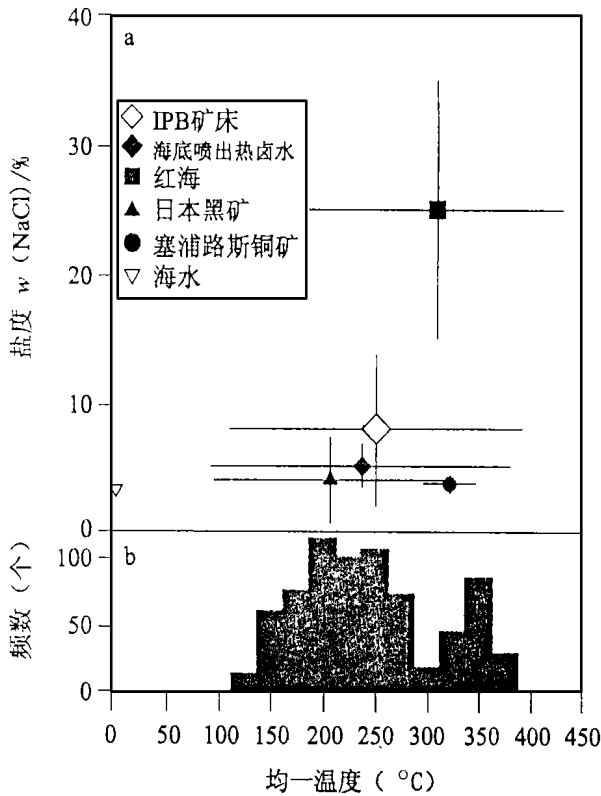


图 1 a) IPB 矿床与火山岩容矿型矿床和海底热液的温度-盐度对比图; b) IPB 矿床流体包裹体均一温度直方图
Fig. 1 a) Temperature vs. salinity diagram of IPB and VHMS deposits and sea-floor hydrothermal fluids; b) Homogenization temperature histogram of primary fluid inclusions in IPB deposits.

Corvo) Pb 同位素组成基本一致, 块状硫化物矿体及其相关的火山岩的 $w(^{206}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$, $w(^{207}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$, $w(^{208}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 比值分别为 18.183 ± 0.021 , 15.622 ± 0.015 , $38.191 \pm 0.049^{[24]}$ 。这表明矿体和火山岩中的铅来源相同, 一种可能是成矿物质由岩浆岩提供, 并通过由岩浆活动驱动的热液向上迁移, 然后在一定的部位富集成矿; 另一种可能是热液淋滤了较深部地层中的成矿物质, 而火山岩也是由这些深成地层物质重熔形成的^[24]。

Neves-Corvo 矿区具有更高的 $w(^{206}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 比值, 且随 $w(\text{Sn})$ 的升高, $w(^{206}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb})$ 比值升高如富含锡石样品的 $w(^{206}\text{Pb})/w(^{204}\text{Pb}) > 18.40^{[24]}$ 。Neves-Corvo 矿区的铅同位素组成的特殊性可能是由早期锡矿化阶段保留下来的铅和仅存在于该矿区由深部未出露的前寒武系古老陆壳组成的板块俯冲增生楔中的铅, 以及泥盆纪—早石炭世陆壳的铅, 三端元组分混合所造成的^[24]。

另外, IPB 带中产出的铁帽与其下覆的块状硫化物的铅同位素组成是一致的^[24], 这在实际的应用中可以作为一种有效的找矿勘探手段。

3.5 成矿年龄

Nesbitt 等通过对 Los Frailes 矿床下盘网脉状矿化带中热液成因锆石的研究, 得出了一致的 $w(^{206}\text{Pb})/w(^{238}\text{U})$ 年龄: $(345.7 \pm 4.6) \text{ Ma}^{[25]}$ 。这一结果与根据地层中孢粉所限定的年龄基本相吻合——都对应于泥盆纪晚期。因此, 可以推测 IPB 带中火山作用、沉积作用与矿化作用基本上是同时发生的, 即 IPB 带矿床为一同生矿床。

4 矿床成因讨论

IPB 带的块状硫化物矿床与晚泥盆世—早石炭世的双模式火山岩存在紧密时空关系。大多数研究者认为, IPB 矿床产于火山-沉积岩系中, 成矿作用发生于火山活动的间隙期, 由下盘深部的岩浆活动所驱动的热液循环而形成。岩浆活动所提供的热能加速了流体与火山岩及下覆泥盆纪地层的水/岩交换反应, 使之成为富含金属成矿元素的热液, 沿一定的通道(如断层)向上运移, 在有利的地层(黑色页岩层)部位沉淀成矿。黑色页岩可形成有利的物理-化学屏障,

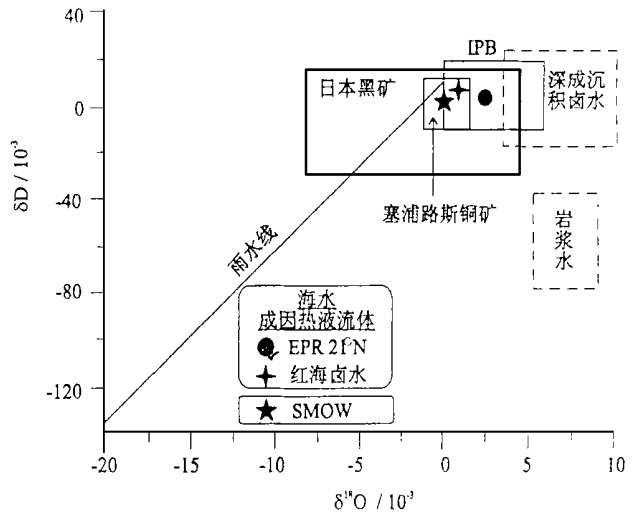


图2 IPB 矿带及其他矿区成矿流体 $\delta\text{D}-\delta^{18}\text{O}$ 关系图

Fig. 2 δD versus $\delta^{18}\text{O}$ values of ore-forming fluids from the IPB and fluids from other reservoirs and mining districts.

阻止热液的向外扩散,从而有利于矿质的聚集而形成大矿。总之,IPB 矿床的形成具有某种单一或均一的金属来源,热液主要由改造后的海水组成,细菌还原作用参与了矿体的形成并造成了矿体外带和内带的 $\delta^{34}\text{S}$ 值差异,矿体与沉积岩层(黑色页岩)有密切关系,因此,它与典型的火山岩容矿型(VHMS)块状硫化物矿床的成因不尽相同,而在一定程度上类似于沉积岩容矿型(SHMS)块状硫化物矿床,应属于两者之间的一种过渡类型,或称伊比利亚型。

此外,对 IPB 矿床的成因也存在另一种观点,即认为 IPB 矿床是产于岩墙-沉积物杂岩体(Sill-Sediment Complex)中,矿带中的岩浆岩不是火山岩,而是侵入岩。该杂岩体中火山岩/沉积岩的比例很高,说明杂岩体中所有组分几乎是同时侵入的,不存在不同期次问题。成矿作用发生始于岩浆活动之前,成矿环境是一张性的构造环境,有利于成矿流体的对流循环^[26, 27]。但是,这一模式还有待于进一步深入研究工作的证实。

参考文献:

[1] Oliveira J V. South Portuguese Zone: (1) Introduction, (2) Stratigraphy and synsedimentary tectonism[A]. In: Dillmeyer R D, Martinez Garcia E. Pre-Mesozoic geology of Iberia[C]. Berlin: Springer-Verlag, 1990. 333-347.

[2] Saez R, Almodovar G R, Pascual E. Geological constraints on the massive sulfide genesis in the Iberian Belt[J]. Ore Geol Rev, 1996, 11: 429-451.

[3] Strauss G K, Madel J. Geology of massive sulphide deposits in the Spanish-Portuguese Pyrite Belt[J]. Geol Rundsch, 1974, 63: 191-211.

[4] Strauss G K, Madel J, Fernandez Alonso F. Exploration practice for strata-bound volcanogenic sulphide deposits in the Spanish-Portuguese Pyrite Belt[A]. In: Klemm D D, Schneider H J. Time and strata-bound ore deposits[C]. Berlin: Springer-Verlag, 1977. 55-93.

[5] Saez R, Pascual E, Toscano M, et al. The Iberian type of volcano-sedimentary massive sulphide deposits[J]. Mineralium Deposita, 1999, 34: 549-570.

[6] Almodovar G R, Saez R, Pons J M, et al. Geology and genesis of the Aznalcollar massive sulphide deposits[J]. Mineralium Deposita, 1998, 33: 111-136.

[7] Marcoux E, Moelo Y. Comparative mineralogy of massive and stringer sulphide ore deposits in Southern Spain[A]. In:

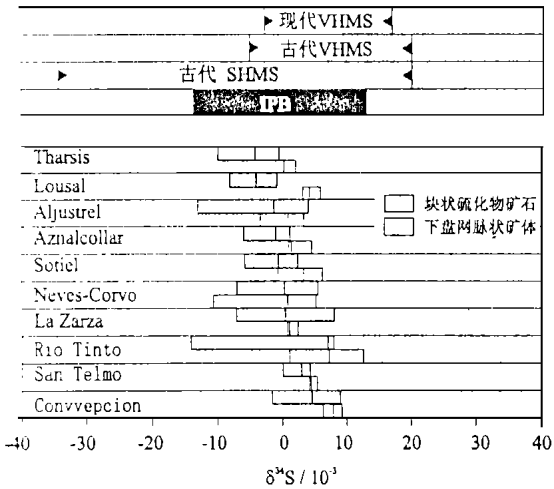


图 3 IPB 带若干矿床与现代海底硫化物,火山岩容矿型和沉积岩容矿型状硫化物矿床的硫同位素组成对比图
Fig. 3 Sulfur isotope composition of selected massive sulfide deposits from IPB and the recent sea-floor sulfides, ancient volcanic hosted and sedimentary hosted massive sulphides.

Fenoll P, Torres-Ruiz J, Gervilla F. Current research in geology applied to ore deposits[C]. University of Granada, 1993. 343-345.

- [8] Marcoux E, Moelo Y, Leistel J M. Bismuth and cobalt minerals as indicators of stringers zones to massive sulphide deposits, Iberian Pyrite Belt[J]. Mineralium Deposita, 1996, 31: 1-26.
- [9] Ribeiro da Costa I, Revals J M R S, Barriga F J A S. Aspects of ore-zone alteration in Rio Tinto(Iberian Pyrite Belt, Spain)[A]. In: Barriga F J A S. SEG Neves Corvo Field Conference 1997, Abstracts and Program[C]. Portugal: University of Lisbon, 1997. 104.
- [10] Munha J, Pacheco N, Beliz A, *et al.* Physical and geochemical characterisation of the Neves Corvo felsic volcanism [A]. In: Barriga F J A S. SEG Neves Corvo Filed Conference 1997, Abstracts and Program[C]. Portugal: University of Lisbon, 1997. 89.
- [11] Leistel J M, Marcoux E, Deschamps Y. Chert in the Iberian Pyrite Belt[J]. Mineralium Deposita, 1998, 33: 59-81.
- [12] Shimizu H, Masuda A. Cerium in chert as an indication of marine environment of its formation[J]. Nature, 1977, 266: 246-348.
- [13] Mullane E, Nesbitt R W. The geochemistry of chemical and detrital sediments from the Iberian Pyrite Belt [A]. In: Barriga F J A S. SEG Neves Corvo Field Conference 1997, Abstracts and Program[C]. Portugal: University of Lisbon, 1997. 80.
- [14] Barriga F J A S, Kerrich R. Extreme ^{18}O -enriched volcanics and ^{18}O -evolved marine water, Aljustrel, Iberian Pyrite Belt: transition from high to low Rayleigh number convective regimes[J]. Geochim Cosmochim Acta 1984, 48: 1021-1031.
- [15] Munha J, Barriga F J A S, Kerrich R. High ^{18}O ore-forming fluids in volcanic hosted base metal massive sulphide deposits: geologic, $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ and D/H evidence for the Iberian Pyrite Belt; Crandon, Wisconsin; and Blue Hill, Maine[J]. Econ Geol 1986, 81: 530-532.
- [16] Relves J M R S, Barriga F J A S, Longstaffe F. Oxygen isotope geochemistry of Neves Corvo tin ores[A]. In: Barriga F J A S. SEG Neves Corvo Filed Conference 1997, Abstracts and Program[C]. Portugal: University of Lisbon, 1997. 97.
- [17] Sawkins F J. Metal deposits in relation to plate tectonics[M]. 2nd edn Berlin: Springer-Verlag, 1990. 461.
- [18] Tornos F, Spiro B F. The carbonate-rich hydrothermal alteration related to the massive sulphides in the Iberian Pyrite Belt [A]. In: Barriga F J A S. SEG Neves Corvo Filed Conference 1997, Abstracts and Program[C]. Portugal: University of Lisbon, 1997. 82.
- [19] Mitsuno C, Nakamura T, Kanehira K, *et al.* Geological studies of the "Iberian Pyrite Belt" with special reference to its genetical correlation of the Yanahara ore deposits and others in the inner zone of southwest Japan[M]. Japan: University of Okayama, 1986. 206.
- [20] Mitsuno C, Nakamura T, Yamamoto M, *et al.* Geological studies of the "Iberian Pyrite Belt" with special reference to its genetical correlation of the Yanahara ore deposits and others in the inner zone of southwest Japan[M]. Japan: University of Okayama, 1988. 300.
- [21] Velasco F, Sanchez-Espana J, Joyce A J, *et al.* A new sulphur isotopic study of some Iberian Pyrite Belt deposits: evidence of a textural control on sulphur isotope composition[J]. Mineralium Deposita, 1998, 34: 4-18.
- [22] Eastoe C J, Solomon M, Garcia Palomero F. A sulfur isotope study of the massive and stockwork pyrite deposits at Rio Tinto, Spain[J]. Trans Inst Min Metall, 1986, 95: 201-207.
- [23] Kase K, Yamamoto M, Nakamura T, *et al.* Ore mineralogy and sulfur isotope study of the massive sulfide deposit of Filon Norte, Tharsis Mine, Spain[J]. Mineralium Deposita, 1990b, 25: 289-296.
- [24] Marcoux E. Lead isotope systematics of the giant massive sulphide deposits in the Iberian Pyrite Belt[J]. Mineralium Deposita, 1998, 33: 45-58.
- [25] Nesbitt R W, Pascual E, Fanning D M, *et al.* U-Pb dating of stockwork zircons from the eastern Iberian Pyrite Belt

[J]. Jour Geol Soc, 1999, 156: 7-10.

- [26] Boulter C A. Comment on Saez, R, Almodovar, G R, Pascual, E "Geological constraints on massive sulphide genesis in the Iberian Pyrite Belt"[J]. Ore Geol Rev, 1999, 14: 147-150.
- [27] Boulter C A. Comparison of Rio Tinto, Spain, and Guaymas Basin, Gulf of California: An explanation of a supergiant massive sulfide deposit in an ancient sill-sediment complex[J]. Geology, 1993, 21: 801-804.

IBERIAN TYPE——A NEW TYPE OF MASSIVE SULPHIDE DEPOSITS AND THE GEOLOGY, GEOCHEMISTRY AND GENETIC MODEL

YU Ji-min, JIANG Shao-yong

*(State Key Laboratory for Mineral Deposits Research, Department of
Earth Sciences, Nanjing University, Nanjing 210093, China)*

Abstract: Massive sulphide deposits include volcanic and sedimentary hosted types (i. e., VHMS and SHMS), such as Kuroko in Japan and Sullivan in Canada, respectively. The Iberian Pyrite Belt (IPB), located in the SW Iberian Peninsula, is 250 km long and 25 to 70 km wide, and contains many Paleozoic giant and supergiant massive sulphide deposits including the largest individual massive sulphide bodies on Earth. Based on the research of geology, fluid inclusions, H, O, S and Pb isotopes, depositional environments and genetic models of the IPB, these deposits show major differences from the general VHMS and SHMS deposits. Hence the IPB deposits are considered as a sub-type of massive sulphide deposits (the Iberian type), which is intermediate between volcanic and sedimentary hosted massive sulphide types. In this paper, we summarize the latest advances on the study of the IPB massive sulfide deposits.

Key words: massive sulphide deposits; fluid inclusions; H, O, S and Pb isotopes; genetic model; Iberian type