

玢岩型铁硫多金属矿床系列

张少斌

范永香

(安徽省地矿局327地质队) (中国地质大学, 武汉)

提 要 本文通过对庐枞火山岩地区成矿规律的研究,首次对“玢岩铁矿”概念加以延深与扩展,提出了“玢岩型铁硫多金属矿床系列”的新概念,并在分析矿床成因联系、成矿作用时空结构的基础上,将庐枞地区玢岩型铁硫多金属矿床系列划分为“三型九式”。

关键词 玢岩型铁硫多金属矿床系列 矿床成因联系 成矿时空结构 庐枞火山岩地区

1 概念的提出

七十年代,我国地质工作者在宁芜地区首次提出“玢岩铁矿”模式^[1],将陆相火山岩分布区与偏碱性中基性岩浆的喷发—侵入活动有关的、在成因上相互联系的一组铁矿称为玢岩铁矿。这一模式着重强调了矿床的形成与玢岩体的成因联系和空间关系。它的提出,对长江中下游陆相火山岩地区的地质找矿工作曾起到过积极的指导作用。

八十年代,在宁芜地区工作的同志在玢岩铁矿模式的基础上,又提出“玢岩型铁硫矿床”模式^[2],将受中生代火山爆发、火山构造、浅源富钠闪长岩浆控制的一套矿床组合归为构造-岩控成矿系列,并总结出空间上具“三部八式”的分布规律。这一模式实际上还是强调矿床类型与玢岩体的空间关系,即按玢岩体的空间位置,将玢岩型铁硫矿床分为上部矿、中部矿和下部矿(即“三部”),又根据矿床特征区分为不同的矿床类型(即“八式”)。

近年来,作者通过在庐枞地区的工作,得出了如下一些认识:

(1)与火山作用有关的矿产除铁、硫^①以外,还有铜、铅锌等多金属矿产,它们之间在时间上、空间上和成因上均有着密切的联系,应属同一成矿系列的产物。这一认识对指导综合勘查和综合评价工作已起到了一定的效果。^②

(2)玢岩铁矿的形成与次火山侵入活动有成因联系,但并非仅仅取决于次火山岩(玢岩)的形成。换言之,有玢岩的地方未必都有矿,而无玢岩的地方也未必都无矿。在庐枞北部,有的矿

① 硫指硫铁矿,下同。

② 张少斌,庐枞北部综合勘查、综合评价的方法和效果,第一届全国青年地质工作者学术讨论会交流论文,1987

床(如龙桥铁矿床)附近实际上并未发现与矿床形成有关的玢岩体;有的矿床(如黄屯硫铁矿床)矿体附近虽有玢岩体(闪长玢岩),但玢岩体内则无矿化显示,甚至连蚀变都很弱;有的矿床(如大岭铁矿床和小岭铁铜硫矿床),虽矿体围岩为次火山岩,但也并非是玢岩铁矿的特征含矿围岩——富钠辉长闪长玢岩,而是富钾粗安斑岩, $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 比值明显低于宁芜地区。就连大多数研究者认为是较典型的玢岩铁矿的罗河铁矿床,最近也有人提出疑问^[3]。

(3)矿床的定位空间也并非仅仅取决于玢岩体的空间部位,而是构造环境和岩性条件兼备的有利场所。

基于以上认识,作者认为对与火山作用有关的矿床的类型划分,应该以成矿作用为主要依据,同时考虑成矿物质来源和成矿环境^[4]。按此原则,本文将庐枞地区与火山作用有关的铁、硫、铜、铅锌等矿床归为同一矿床系列,称之为“玢岩型铁硫多金属矿床系列”。

“玢岩型铁硫多金属矿床系列”是“玢岩铁矿”和“玢岩型铁硫矿床”概念的延深与扩展。系指陆相火山岩地区与火山作用有关的,在成因上、时间上和空间上密切联系的一组铁、硫、铜、铅锌等综合矿床类型组合。

2 庐枞地区矿床产出特征及成因联系

安徽省庐(江)枞(阳)火山岩盆地是长江中下游地区七个主要的中生代陆相火山岩盆地之一,与宁芜盆地相似,是一个在印支期形成和在燕山期发展的火山断陷盆地。在中三叠世—中侏罗世内陆凹陷的基底之上,经过燕山期火山-岩浆活动,形成了一套多次喷发的中偏碱性火山岩和多期次侵入的中偏碱性次火山岩。伴随着火山-岩浆活动形成了一系列与火山作用有关的矿床。现已查明的矿种有:铁、硫、铜、铅锌、银、明矾石、硬石膏等十余种,发现的矿床(点)100多处。规模较大且有代表性的矿床有:龙桥铁矿床、大岭铁矿床、杨山铁矿床、罗河铁铜硫硬石膏矿床、小岭铁铜硫矿床、大鲍庄铁硫矿床、黄屯硫铁矿床、岳山铅锌矿床和井边铜矿床等。

该区矿床有三点显著的产出特征:

(1)沿盆地边部产出。以龙桥、黄屯、岳山矿床为代表。龙桥铁矿床产在火山岩之下的基底沉积岩地层中,矿体呈似层状,受层间破碎带构造及层位和岩性控制^[5];黄屯硫铁矿床产于火山岩与沉积岩不整合面附近,矿体亦呈似层状,受不整合面破碎带构造控制;岳山铅锌矿床产于次火山岩顶部、边部及其接触带附近的沉积岩围岩中,矿体呈似层状和透镜状,受接触带构造控制^[6]。

(2)沿次火山岩的顶部分布。以大岭、小岭、罗河、大鲍庄、杨山等矿床为代表。大岭铁矿床产于爆发角砾岩筒中,矿体呈蘑菇状、囊状;小岭、罗河、大鲍庄铁、铜、硫(硬石膏)矿床产于次火山穹窿构造部位,受隐爆角砾岩带构造和层位控制;杨山铁矿床产于次火山岩顶部的裂隙构造中,受原生裂隙构造和断裂构造控制。

(3)沿断裂构造产出。一种是沿基底断裂带产出,形成矿带;另一种是沿盖层断裂构造产出,形成矿体和矿脉,如井边铜矿床。

研究认为,火山成矿作用是该区玢岩型铁硫多金属矿床形成的首要前提。该区火山成矿作

用分三种类型:火山沉积成矿作用、火山-次火山气液成矿作用和岩浆热液成矿作用。

火山沉积成矿作用是在火山喷发活动的间歇期于浅水湖盆中的沉积成矿作用,形成盘石岭式赤铁矿床(点)和黄寅冲式黄铁矿床(点)。矿体均产在上侏罗统砖桥组第一岩性段第一岩性层的沉积凝灰岩中,层纹状构造和韵律特征明显;黄铁矿具生物结构, $\delta^{34}\text{S}$ 为负值;黄铁矿的爆裂温度为 $120\sim 140\text{C}$,石英的均一温度和爆裂温度为 $80\sim 125\text{C}$ 。成矿作用具热泉活动特征,并有细菌活动的参与。

火山-次火山气液成矿作用常发生在火山活动间歇期或晚期,与次火山侵入活动关系密切,形成的矿产种类多、规模大。其显著特征有:(1)矿床分布受火山构造控制;(2)成矿作用具多阶段性,矿物种类多,矿石中高P高F,Co/Ni比值大于1,S/Se比值一般小于 10×10^4 ,硫化物中 $\delta^{34}\text{S}$ 多为正值;(3)成矿温度一般在 $200\sim 480\text{C}$ 之间,其中氧化物阶段为 $350\sim 480\text{C}$,硫化物阶段为 $200\sim 350\text{C}$ (图1);(4)矿化分带明显,蚀变广泛而强烈,并具垂直分带性。

岩浆热液成矿作用是火山活动后期岩浆侵入期的成矿作用,以产于断裂带中的单脉-复脉型铜矿较为重要。

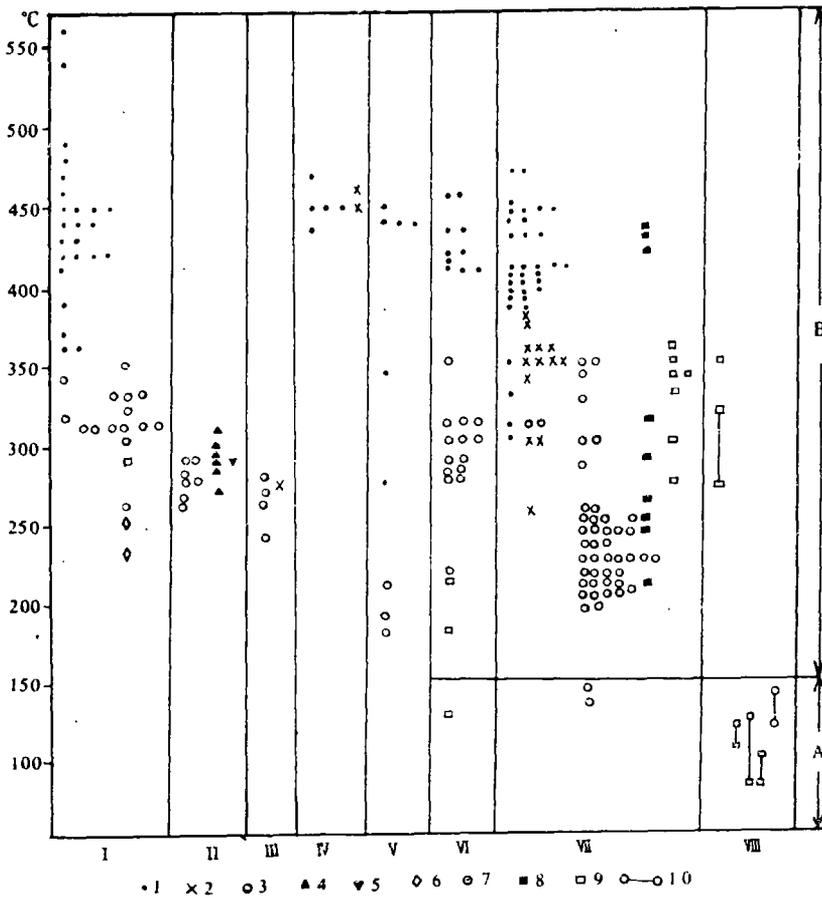
该区玢岩型铁硫多金属矿床形成的另一个重要条件是火山控矿构造。本文将该区火山控矿构造总结为6种类型:(1)层理构造;(2)层间破碎带构造;(3)接触带构造;(4)爆发角砾岩筒构造;(5)次火山穹窿构造;(6)裂隙构造。它们的形成均与火山-岩浆活动有关,有些直接就是火山构造,而有些则是间接受火山-岩浆活动的影响而派生。

火山-岩浆活动既控制了成矿作用的发生,又导致了控矿构造的形成,同时还提供了主要的成矿物质来源。研究表明,该区成矿物质主要来源于深部岩浆。

作者等(1989)曾对岳山铅锌矿床成矿热液的总硫同位素组成作过探讨^[6],根据 $\lg f_{\text{O}_2}-\text{pH}-\text{R}'$ 图圈定的成矿环境和有关数据,计算得出热液总硫同位素组成 $\delta^{34}\text{S}_{\text{S}}$ 平均值为 $+12.2\pm 0.4\%$ 。与罗河铁矿床利用硬石膏-黄铁矿对的 $\Delta_{\text{Anh-py}}$ 与 $\delta^{34}\text{S}_{\text{py}}$ 及 $\delta^{34}\text{S}_{\text{Anh}}$ 关系图截取的膏辉岩化蚀变阶段和磁铁矿成矿阶段的热液硫同位素组成值 $+16.0\%$ 和 $+12.7\%$ ^[3]的结果十分相近,说明硫主要来源于岩浆,计算得出岩浆硫约占 $51\sim 80\%$ ^[1],但围岩的同化混染作用亦提供了相当数量的重硫。

铅同位素的测定结果表明,庐枞地区各矿床的铅同位素组成十分相近,总的变化范围很小, $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为 $18.0470\sim 18.7940$, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为 $15.5015\sim 15.7622$, $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 为 $38.0908\sim 38.9719$ 。且各硫化物矿物与二长岩中长石的铅同位素组成亦无明显差别,表明成矿热液中的铅与岩浆中的铅具有相同的来源。图2表明,该区铅同位素从整体上看和大部分直接源于地幔岩浆的海洋环境火山岩相似,并具有岛弧铅的特征。

① 张少斌,庐枞火山岩盆地北部玢岩型铁硫多金属矿床系列及矿床定位机制研究,中国地质大学硕士学位论文,1991



A. 火山沉积期 B. 次火山气液期 1. 龙桥 1. 岳山 III. 黄屯 IV. 大岭 V. 杨山 VI. 小岭 VII. 罗河 VIII. 大鲍庄
 1. 磁铁矿 2. 赤铁矿 3. 黄铁矿 4. 方铅矿 5. 闪锌矿 6. 黄铜矿 7. 石榴石 8. 硬石膏 9. 石英 10. 温度区间

图1 庐枞地区玢岩型铁硫多金属矿床系列成矿温度

(据本文、327队、南大、李荫槐等资料编制)

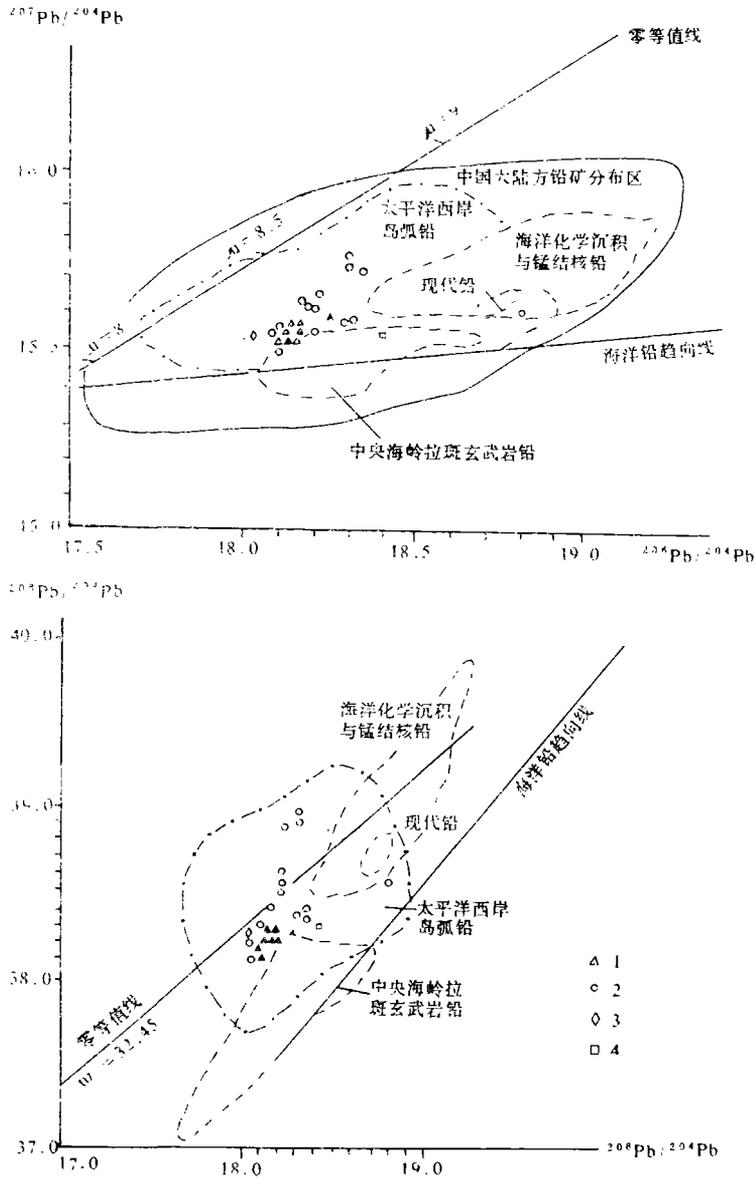
Fig. 1 Ore-forming temperature of porphyrite-type Fe-S polymetal deposits in Luzong Area

3 庐枞地区成矿时空结构

3.1 成矿作用演化的时间结构

庐枞地区成矿作用的演化与火山-岩浆活动演化有着密切的联系,实际上,该区玢岩型铁硫多金属矿床系列各类型矿床的形成乃属火山-岩浆活动演化一定阶段的产物,因此,成矿作用的演化具有明显的旋回性、阶段性、叠加性和定向性。

旋回性:该区成矿作用主要发生在火山-岩浆活动演化早期阶段的龙门院旋回和砖桥旋回



1. 方铅矿 2. 黄铁矿 3. 黄铜矿 4. 长石

图2 庐纵北部部分矿物 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 及 $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 作图. 并与三种来源现代铅比较

(底图据陈毓蔚, 1980)

Fig. 2 Plot showing Pb source of deposits of Luzong Area

(J₃), 一般以火山沉积作用开始, 经火山-次火山气液作用, 最后以岩浆热液作用结束, 构成该

区成矿作用演化的“三部曲”。

阶段性:以火山-次火山气液成矿作用最为明显,总体上可分为两大阶段:高、中温的硅酸盐-氧化物阶段和中、低温的硫化物-硫酸盐阶段。但各阶段的出现并非仅仅由于温度的连续降低而造成,而是成矿热液多次活动的结果,是物质与能量的耗散而引起的脉动性演化的结果。

叠加性:以小岭铁铜硫矿床为例,先后经历了三期矿化,其中次火山气液期对火山沉积期有明显的叠加和改造,而岩浆热液期又对次火山气液期亦有一定程度的叠加,表明成矿作用具有继承性。

定向性:表现了成矿温度的变化、硫同位素组成的变化、稀土元素的分异和成矿物质的按顺序沉淀等方面,说明成矿作用是按照一定方向进行的宏观不可逆过程。

3.2 矿床分布的空间结构

该区矿床的空间分布是受构造控制的宏观有序分布,具有丛聚性、等距性和分带性特征。

丛聚性:该区已发现的具工业价值的矿床只集中在三个矿田:庐枞北部铁硫多金属矿田、罗河铁铜硫硬石膏矿田和井边铜矿田,矿床分布的数学模型为负二项分布模型。

等距性:以庐枞北部矿田为例,可分四个矿带:三驿桥-高洼铅锌矿带、龙桥-马鞭山铁矿带、盘石岭-小岭铁铜硫矿带和杨山-杨山洼铁矿带。在每个矿带内矿床(点)的分布都具有明显的等距性,间距为1~2km。

分带性:包括矿化分带、蚀变分带和原生晕分带等。矿化分带以小岭式矿床最为典型,自下而上为铁矿体→硫铁矿体→铜矿体(或硬石膏矿体),有人称之为“三带一隆”控矿特征^[7]。

上述时空结构的出现绝非偶然。根据耗散结构理论^[8,9,10],成矿作用的发生可以认为是成矿系统与成矿环境在交换物质与能量的过程中某种涨落被放大的结果,矿床的形成实质上就是一种“耗散结构”的形成,其形成机制和过程可由边缘定位机制得到热力学和动力学意义上的解释^[11]。

4 庐枞地区玢岩型铁硫多金属矿床系列

综上所述,庐枞地区与火山作用有关的矿床在成因上离不开火山-岩浆活动,在形成时间上主要集中在晚侏罗世龙门院旋回和砖桥旋回,在空间上主要沿盆地边部、火山机构和断裂构造分布,总体受火山构造控制,因而有着不可分割的联系,从而构成一个特殊的矿床系列——玢岩型铁硫多金属矿床系列。

根据成矿作用方式和成矿环境的差异,庐枞地区玢岩型铁硫多金属矿床系列可划分为“三型九式”:

1. 火山沉积型

1-1. 盘石岭式:产于火山碎屑岩中的层状赤铁矿床;

1-2. 黄寅冲式:产于火山碎屑岩中的层状黄铁矿床;

表1 庐枞北部玢岩型铁硫多金属矿床系列各类型矿床综合特征

Table. 1 Integrated characters of different deposits of porphyrite-type Fe-S polymetal deposit series

矿床类型	矿床式	赋矿部位	控矿构造	成矿作用方式	矿体形态	矿体围岩	有关的次火山岩	特征元素组合	基本矿物组合	典型的结构构造	围岩蚀变	矿产实例	成矿旋回
I 火山沉积型	I-1 盘岭式	火山碎屑岩中	层理构造	火山沉积	层状透镜状	铁质碧玉岩、铁质凝灰岩		Fe	假碧玉、赤铁矿	韵律层状构造	硅化、碧玉化、高岭石化、水(帘)云母化	盘石岭	J3zh
	I-2 黄屯式	火山碎屑岩中	层理构造	火山沉积	层状透镜状	硅化凝灰岩		S	石英、黄铁矿	韵律层状构造、生物结构	硅化、高岭石化、细云母化	黄屯冲、太公山	J3zh
II 火山-次火山气液型	II-1 龙桥式	火山岩之基岩中	层状构造	中高温交代	似层状透镜状	泥质粉砂岩、钙质粉砂岩、泥灰岩		Fe (Cu)	方解石、绿泥石、磁铁矿、透辉石、磁铁矿、金(绿)云母、磷铁矿	块状、稠密浸染状构造; 自形、半自形、它形晶结构, 交代虫球、交代网纹、交代残余结构	碱性长石化-电气石化、砂卡岩化、磁铁矿化、绿泥石化-磁铁矿化、硅化-角闪化、碳酸盐化-泥化	龙桥、马鞍山	Ia1
	II-2 黄屯式	火山岩及沉积岩界面附近	层状构造	中低温交代	似层状透镜状	粗安岩、安山岩、泥质粉砂岩、泥灰岩	粗安岩	S (Fe) (Cu)	赤(磁)铁矿、黄铁矿	块状、网脉浸染状构造; 自形、半自形、它形晶结构, 交代虫球、交代网纹	高岭石化、水云母化、绿泥石化、碳酸盐化、硅化-黄铁矿化、碱性长石-电气石化	黄屯	J3a
	II-3 盘岭式	次火山岩中	层状构造	中低温交代	似层状透镜状	粗安岩、砂页岩	粗安岩	PbZn (Ag)	方解石、磁铁矿、黄铁矿	浸染状、细脉浸染状构造; 虫球、浸染交代结构, 自形、半自形、它形晶结构	高岭石化、水云母、磁铁矿化、硅化、黄铁矿化、碱性长石-电气石化	盘山、二坪、高岭、水口冲	J3a
	II-4 大岭式	次火山岩中	层状构造	中高温交代	脉状透镜状	粗安岩、凝灰岩	粗安岩	Fe (S)	磁铁矿、赤铁矿、黄铁矿	块状、浸染状、角砾状构造; 它形晶结构, 叶片状、针状、交代结构	硅化-黄铁矿化、高岭石化、细云母化、阳起石-绿泥石化	大岭	J3zh
II-5 小岭式	次火山岩中	层状构造	中高温交代	似层状透镜状	粗安岩、凝灰岩、砂页岩	粗安岩、凝灰岩	Fe S Cu	辉石、硬石膏、磷灰石、磁铁矿、透辉石、绿泥石、磁铁矿、石英-黄铁矿-黄铜矿、黄铁矿、黄铜矿-硬石膏	块状、浸染状、斑状、条带状、角砾状、网脉状构造; 自形、半自形、它形晶结构, 交代假象、交代网纹、交代残余结构, 包含结构, 球粒状结构, 凝灰结构	细云母、高岭石-碳酸盐化、硅化-黄铁矿化、硬石膏-黄铁矿化、透辉石、绿泥石化、硬石膏-辉石化、辉石、硬石膏-碱性长石化、碱性长石-电气石化	小岭、太公山、柳金山、罗河、大岭庄	J3zh	
II-6 杨山式	次火山岩中	层状构造	中高温交代	透镜状	辉石闪长岩	辉石闪长岩	Fe	阳起石、透辉石、磁铁矿	块状、脉状、浸染状构造	绿泥石、碳酸盐-高岭石化、透辉石-更钠长石、方柱石化	杨山、杨山注、牛头山	J3zh	
III 岩浆热液型	III-1 井边式	断裂带	破碎构造	中低温交代	脉状	火山岩、侵入岩		Cu (Au)	石英-黄铁矿、黄铜矿、铜矿	脉状、细脉状、浸染状、角砾状构造	高岭石-绢云母化、绿泥石-碳酸盐化、石英-绢云母-黄铁矿化	井边、毛狗笔、金牛沟	J3zh

II. 火山-次火山气液型

II-1. 龙桥式:产于火山岩之下基底沉积岩中的似层状磁铁矿床;

II-2. 黄屯式:产于火山岩系与基底沉积岩系不整合面附近的似层状(铁)硫矿床;

Ⅱ-3. 岳山式:产于次火山岩中及其接触带附近围岩中的似层状,透镜状铅锌(银)矿床;

Ⅱ-4. 大岭式:产于爆发角砾岩筒中的蘑菇状、囊状磁-赤铁矿床;

Ⅱ-5. 小岭式:产于次火山岩与火山岩接触带的似层状、透镜状铁、铜、硫(硬石膏)矿床;

Ⅱ-6. 杨山式:产于次火山岩顶部裂隙构造中的透镜状、大脉状磁铁矿床;

Ⅲ. 岩浆热液型

Ⅲ-1. 井边式:产于断裂带中的脉状铜(金)矿床。

各矿床类型特征详见表 1。

本文是作者多年野外工作的总结,工作中得到了学部委员常印佛总工的鼓励和 327 地质队有关同志的大力支持与帮助,在此谨致谢意!

参考文献

- 1 宁芜项目编写小组. 宁芜玢岩铁矿. 地质出版社, 1978
- 2 赵玉琛. 宁芜玢岩铁硫矿床成矿规律和成矿预测. 矿床地质, 1990, 9(2)
- 3 黄清涛. 安徽庐江罗河铁矿. 地质出版社, 1989
- 4 袁见齐, 等主编. 矿床学. 地质出版社, 1979
- 5 张少斌. 从成矿地球化学角度论龙桥铁矿床成因. 安徽地质, 1992, 2(4)
- 6 葛宁洁, 张少斌等. 安徽庐江岳山银铅锌矿的成矿物质来源及物理化学条件探讨. 中国科学技术大学学报, 1989, 19(3)
- 7 刘湘培. 长江中下游地区矿床系列和成矿模式. 地质论评, 1989, (5)
- 8 李茹生. 非平衡态热力学与耗散结构. 清华大学出版社, 1986
- 9 Prigogine I. Time Structure and Fluctuation. Science, 1978, 201(4358): 777~785
- 10 Nicolis G, Prigogine I. Selforganization in nonequilibrium Systems. Wiley - Interscience, John Wiley & Sons, 1977: 63~335, 339~353
- 11 张少斌, 范永香. 安徽省庐枞火山岩盆地北部玢岩型铁硫多金属矿床系列及矿床定位机制研究. 地球科学, 1992, 17(1)

PORPHYRITE—TYPE POLYMETAL DEPOSIT SERIES

Zhang Shaobin

Fan Yongxiang

(327 Team, Anhui)

(China University of Geology, Wuhan)

Abstract

This paper makes an investigation of metallogeny in the Luzong volcanic area. The concept of porphyrite-type ore deposit is extended and a new concept of porphyrite-type Fe-S polymetal deposit series is put forward. Deposits of the series are sub-divided into three sub-types and nine styles on the basis of their genetic relation and time-space configuration of different ore-forming processes.