

鞍本太古代绿岩盆地铁矿的成矿特征

徐光荣

(长春冶金地质学校)

陈洪江

(吉林省地质科学研究所)

辽宁省鞍山本溪地区是我国著名的铁矿产区。对于本区鞍山式铁矿的成矿特征,作者在 前人工作的基础上,经过三年多的调查研究,认为本区鞍山式铁矿不是一种单一的矿床类型,而是赋存在不同时代、不同大地构造环境的两种矿床系列,即属于阿尔戈马型铁矿系列和苏必利尔型铁矿系列。并在划分成矿系列的基础上提出了本区的成矿模式。

一、鞍本含铁绿岩盆地的基本地质特征

鞍本太古代绿岩盆地位于古华北板块的东北部,形态呈U字形,面积约900平方公里。盆地中地层由太古代鞍山群构成,同位素地质年龄为25—31亿年^①。变质的火山-沉积岩系呈大小不等的残留体,断续分布于大片混合花岗岩中,约占总面积的四分之一。

下元古界辽河群关门山组(Pt_{1g}),呈东西向分布在东西鞍山—眼前山一带,为冒地槽型含火山沉积岩系,由灰绿色绢云千枚岩、暗绿色绿泥千枚岩、石英岩、假像赤(磁)铁石英岩、绢云石英片岩夹角闪岩构成,厚度大于1000米。

鞍本太古代绿岩盆地地层由上而下为:

上鞍山群红山岭组(Ara_{3h}) 二云石英片岩与石英岩互层、黑云片岩、夹多层薄层条带状含碳酸盐赤铁石英岩,厚大于450米。

中鞍山群大峪沟组(Ara_{2d}) 云母石英片岩、黑云变粒岩夹多层磁铁石英岩,局部夹斜长角闪岩,厚2474米。

烟龙山组(Ara_{2y}) 上部为云母石英片岩、石英岩夹磁铁石英岩,下部为斜长角闪岩与角闪磁铁石英岩互层,夹黑云变粒岩,局部夹角闪石岩,厚3032米。

山城子组(Ara_{2sh}) 斜长角闪岩与角闪岩互层,局部夹蛇纹岩、滑石岩,夹少量片岩及磁铁石英岩,厚大于2300米。

下鞍山群通什村组(小岭子组)(Ara_{1t}) 含黑云斜长变粒岩、二辉麻粒岩、紫苏麻粒岩夹辉石磁铁石英岩^[1]。

鞍山群地层自形成以来,经历了多次区域变质作用。绿岩盆地由内至外、由上而下,变质程度由低到高,由绿片岩相→角闪岩相→麻粒岩相。变质相带在空间上呈有规律的分布(表1)。变质作用属中压变质相系,其地热梯度大致为16—25℃/km,温度为500—700℃,压力为4—7kba。

① 肖仲洋, 1978年, 我国最古老的地层之一——古太古代鞍山群。

鞍本太古代绿岩盆地变质带变质相一览表

表 1

层位	变质带		变质相	矿物组合	岩石组合(包括矿石)
	泥质原岩	火山岩原岩			
下元古 辽河群	关门山组 Pt _{1g}	绢云母带	绿泥石带	低绿片岩相、 低角闪岩相	绢云母、绿泥石、石英 绢云母千枚岩、绢云母绿泥千枚岩、赤(磁)铁石英岩
上鞍山群	红山岭组 Ara _{3h}	黑云母带	黑云母带	绿片岩相	黑云母、绿泥石、石英、 白云母、钠长石 绿泥云母片岩、黑云母石英片岩、 绿泥磁(赤)铁石英岩
中 鞍 山 群	大峪沟组 Ara _{2d}	石榴石带	阳起石带	绿片岩相、 绿帘角闪岩相	铁铝榴石、黑云母、阳 起石、绿帘石、斜长石 黑云母变粒岩、绿帘斜长角闪岩、 浅粒岩、透闪磁铁石英岩、黑云磁 铁石英岩
	烟龙山组 Ara _{2y}	十字石- 蓝晶石带	角闪石带	角闪岩相	普通角闪石、铁闪石、镁 铁闪石、十字石、蓝晶石、 铁铝榴石、堇青石、斜长石 云母石英片岩、斜长角闪岩、黑 云变粒岩、十字石片岩、角闪(铁 闪)磁铁石英岩
	山城子组 Ara _{2sh}	十字石- 蓝晶石带	辉石(角 闪)石带	石榴角闪 岩相	普通角闪石、单斜辉石、 铁铝榴石、斜长石 斜长角闪岩、石榴斜长角闪岩、 单角闪岩、单斜辉石磁铁石英岩
下鞍山群	通什村组 (小岭子组) Ara _{1f}	矽线石带	紫苏辉 石带	麻粒岩相	紫苏辉石、单斜辉石、尖 晶石、矽线石、蓝晶石、 角闪石、高铁橄榄石 辉石麻粒岩、长英质麻粒岩、斜 长紫苏片麻岩、蓝晶石变粒岩、角 闪变粒岩、黑云变粒岩、斜长角闪 岩、单角闪岩、辉石磁铁石英岩

鞍本绿岩盆地形成以后,由于构造运动和混合花岗岩化作用,破坏了绿岩盆地的完整性,使鞍山群地层分布较零乱。将被寒岭断裂及其有关断裂错移的地质体进行构造复原可以看出,绿岩盆地的鞍山群地层呈环形带状分布(图1)。各组地层围绕盆地中心呈有规律的环形分布,地层产状除局部倒转外,普遍倾向于盆地中心^①。盆地的内部为上鞍山群红山岭组,向外依次为中鞍山群大峪沟组、烟龙山组、山城子组,下鞍山群小岭子组在盆地的外缘零星分布。

在绿岩盆地及邻区石棚子穹窿、海城隆起的周围分布着大面积的混合岩、混合花岗岩、花岗岩。早期钠质混合花岗岩分布于抚顺清源一带,也见于海浪、铁架山、海城代家沟等地。岩石为斜长混合岩、斜长混合花岗岩、英云闪长岩等。其化学成分中, $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$, $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 为6.8%, $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 比值为0.57,里特曼指数 $\delta < 4$ (1.8—3.8),属钙碱性岩系。晚期钾质混合花岗岩分布于绿岩盆地的边部。岩石为片麻状混合岩、片麻状钾长混合花岗岩、中粗粒或斑状花岗岩。其化学成分中 SiO_2 含量较高, $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 为8.27%, $\text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O}$, $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ 为1.37, δ 值随 SiO_2 增加而增大,具有重熔岩浆成因特征^②。

根据变质岩层的地质产状、相互关系、变余结构构造、岩石化学、地球化学、副矿物等特征,对本区的各种岩石采用多种方法,按层位进行了原岩及其建造的恢复工作^③。绿岩盆地的原岩建造从上而下划分为:

- ① 徐先荣、陈洪江,1980,鞍本太古代绿岩带古构造的恢复。
② 陈洪江,1982,鞍本太古代绿岩带混合花岗岩的研究。
③ 陈洪江,1983,鞍本绿岩盆地的原岩建造。

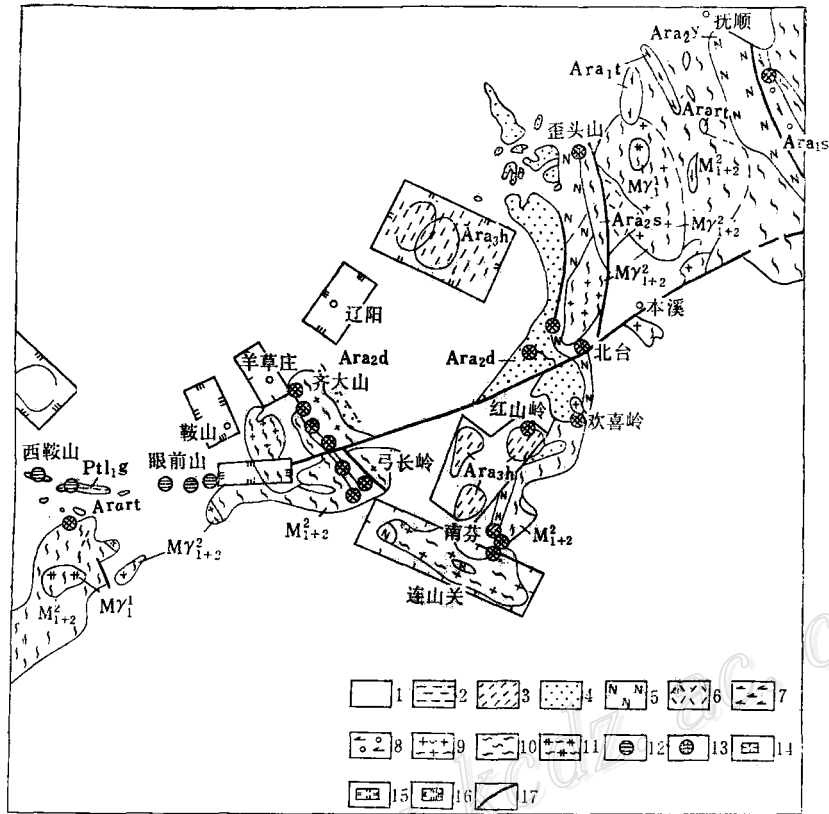


图1 鞍山太古代绿岩盆地成矿规律及成矿预测图

1—盖层 (Arart); 2—辽河群关门山组含铁沉积建造 (Ptl_{1g}); 3—上鞍山群红山岭组含铁沉积岩群 (Ar_{3h}); 4—中鞍山群大峪沟组含铁中酸性火山沉积岩群 (Ar_{2d}); 5—中鞍山群烟龙山组含中基性火山-沉积岩群 (Ar_{2y}); 6—中鞍山群山城子组基性-超基性火山岩群 (Ar_{2s}); 7—下鞍山群含铁中基性火山沉积岩群 (Ar_{1t}); 8—下鞍山群石棚子组中基性火山岩群 (Ar_{1sh}); 9—晚期钾质混合花岗岩 (MY₁₊₂²); 10—晚期钾质混合岩 (M₁₊₂²); 11—早期钠质混合花岗岩 (MY₁¹); 12—苏必利尔型铁矿; 13—阿尔戈马型铁矿; 14—16—推测一、二、三级成矿的有利地区; 17—断层

Fig. 1. Schematic geological map of Anshan-Benxi Archean greenstone basin showing metallogenic regularity and favorable areas for ore deposition.

1. covering strata (Arart); 2. iron-bearing sedimentary sequence of Guanmenshan Formation, Liaohé Group (Ptl_{1g}); 3. iron-bearing sedimentary rocks of Hongshanling Formation, Upper Anshan Group (Ar_{3h}); 4. iron-bearing intermediate-acid volcano-sedimentary rocks of Taiyugou Formation, middle Anshan Group (Ar_{2d}); 5. Yanlongshan Formation of middle Anshan Group characterized by calc-alkaline volcanic rocks intercalated with intermediate-basic volcano-sedimentary rocks (Ar_{2y}); 6. basic-ultrabasic volcanic rocks of Shanchengzi Formation, middle Anshan Group (Ar_{2s}); 7. iron-bearing intermediate-basic volcano-sedimentary rocks of lower Anshan Group (Ar_{1t}); 8. intermediate-basic volcanics of Shipengzi Formation, lower Anshan Group (Ar_{1sh}); 9. late-stage potassium migmatitic granite (MY₁₊₂²); 10. late-stage potassium migmatite (M₁₊₂²); 11. early-stage sodium migmatitic granite (MY₁¹); 12. iron ore deposit of Superior Lake type; 13. iron ore deposit of Algoma type; 14-16. areas favorable for ore deposition; 17. fault.

上部沉积建造（上鞍山群红山岭组）：由泥砂质、粘土质沉积岩夹硅铁质岩及少量中酸性火山岩组成。

中部为钙碱性火山岩建造（中鞍山群大峪沟—烟龙山组）：上部为英安—流纹质火山岩及凝灰岩夹硅铁质岩、基性火山岩；下部为泥砂质沉积岩夹硅铁质岩、拉斑玄武岩、凝灰岩与硅铁质岩互层夹流纹—英安质火山岩、拉斑玄武岩夹科马提岩^[2]。

底部超基性岩建造（中鞍山群山城子组、下鞍山群小岭子组）：大洋拉斑玄武岩夹科马提岩，局部为铁硅质岩、超基性岩。

由下而上构成一个大的火山喷发沉积旋回、两个次级火山—沉积旋回。岩浆活动从早到晚由超基性→基性→中酸性演化。

二、铁矿的类型及其特征

本区目前已有的铁矿床（点）多年来一直被统称为鞍山式铁矿，实际上这些铁矿是绿岩盆地演化发展过程中形成的矿床系列。作者根据铁矿床分布的大地构造环境和时代、赋存层位、与火山沉积建造的关系、变质程度、混合岩化作用、矿体的形态产状、矿石矿物组合、矿石结构构造等，即划分为两大类、六个亚类（表2）。

（一）阿尔戈马型铁矿

本类型铁矿床产在鞍本太古代绿岩盆地鞍山群地层中，与火山活动关系密切，矿体普遍呈层状、似层状、透镜状，并以薄层多层产出为特征，严格受层位控制。进一步按铁矿赋存的层位、岩石组合、变质作用和矿床地质特征，可分为小岭子式、山城子式、弓长岭式、贾家堡子式及红山岭式五个亚类，其成矿特征见表2。

（二）苏必利尔型铁矿

本区为关门山式。分布在鞍本绿岩盆地的西南部，铁矿产在东、西鞍山—眼前山早元古代冒地槽辽河群关门山组低绿片岩相中，局部产于低角闪岩变质岩层中。矿体围岩主要为绢云绿泥千枚岩、绿泥千枚岩、绢云石英岩。原岩为泥质粉砂岩组合。矿体呈厚大单层状，厚100—340米，长十几公里。矿石为赤铁石英岩、磁铁石英岩、绿泥磁铁石英岩。矿石呈条带状构造，细—微粒变晶结构，全铁一般为26—35%，属赤（磁）铁贫矿。

三、成矿规律

1. 层位控矿

绿岩盆地中不同类型的铁矿床，是在绿岩盆地的演化发展过程中形成的，从早到晚明显受地层时代及层位控制。矿体的形态、矿石类型及结构构造，随着时间的演化而不同。绿岩盆地从下而上有小岭子组、烟龙山组、大峪沟组、红山岭组五个连续性较好的含铁层位，其中烟龙山组含矿性最好。本区大型、特大型铁矿床，如齐大山、弓长岭、南芬、大河沿、歪头山等均赋存于此层位中，其特点是铁矿层与斜长角闪岩（拉斑玄武岩）呈互层。其次红山岭组也是较好的含矿层位，均有较大的找矿前景。绿岩盆地的含铁层位，随着时间的演化，含铁性逐渐增强，铁矿层有逐渐加厚和层数增多的趋势。

鞍本地区铁矿类型及其特征

表 2

矿床类型	苏必利尔湖型	阿 尔 戈 马 型					
	关门山式	红山岭式	贾家堡子式	弓长岭式	山城子式	小岭子式	
大地构造环境	冒地槽	绿 岩 盆 地					
群	辽河群	上鞍山群	中 鞍 山 群			下鞍山群	
组	关门山组	红山岭组	大峪沟组	烟龙山组	山城子组	通什村(小岭子)组	
主要岩性	绢云绿泥千枚岩、石英绿泥千枚岩	绿泥石英片岩、云母片岩、云母石英片岩、角闪片岩	黑云斜长变粒岩、黑云石英变粒岩夹云母石英片岩和少量斜长角闪岩	云母石英片岩、角闪石英变粒岩、斜长角闪岩夹黑云变粒岩	斜长角闪岩、单角闪岩、蛇纹岩	麻粒岩、斜长角闪岩、单角闪岩、变粒岩、斜长紫苏片麻岩	
变质相	低绿片岩相-低角闪岩相	绿片岩相	绿片岩相-低角闪岩相	角闪岩相	高角闪岩相	麻粒岩相	
变质带	绿泥石带	黑云母带	阳起石带	角闪石带	辉石带	紫苏辉石带	
原岩建造	沉积建造	沉积建造	火山-沉积建造	火山-沉积建造	火山岩建造	火山-沉积建造	
	泥质粉砂岩、砾岩、凝灰质沉积岩	泥质岩、粉砂质泥岩-泥质岩，夹少量中酸-基性火山岩	英安质-流纹质火山岩、火山凝灰岩，夹泥质粉砂岩及少量基性火山岩	拉斑玄武岩夹英安质-流纹质火山岩，少量科马提岩夹层及粉砂质泥岩	拉斑玄武岩与科马提岩互层辉橄岩、辉绿岩	拉斑玄武岩、科马提岩、中酸性火山岩夹粘土岩	
矿床地质特征	矿带延续长度	14500米	数百米	4800米	1200—1400米	几十米至几百米	几十米—1800米
	矿层结构	单层	多层、薄层	2—4层	3—6层	多层、薄层	多层、薄层
	最大单层厚度	350米	18米	几米至几十米	200米	20米±	几米至几十米
	矿石类型	赤铁石英岩、磁铁石英岩、绿泥磁铁石英岩	赤(磁)铁石英岩、绿泥赤(磁)铁石英岩	磁铁石英岩、阳起磁铁石英岩、黑云磁铁石英岩、绿泥磁铁石英岩	磁铁石英岩、角闪磁铁石英岩、铁闪磁铁石英岩	磁铁石英岩、辉石磁铁石英岩	磁铁石英岩、紫苏辉石磁铁石英岩、高铁橄榄石磁铁石英岩
	结构构造	细-微粒变晶结构，条带状、条纹状构造	细粒变晶结构，条带状构造	细粒变晶结构，条带状构造	细粒、微粒变晶结构，条带状、条纹状、块状构造	细粒变晶结构，条纹状构造	细粒变晶结构，条带、条纹状构造
典型矿床	东鞍山、西鞍山、大孤山、黑石砬子、眼前山、关门山	红山岭、大台沟、小台沟	贾家堡子、孟家堡子、鳞公坟	齐大山、王家堡子、弓长岭一、二、三矿区、八盘岭、独木、大河沿、北台、南芬、黄格峪、歪头山、棉花堡子	山城子、彼荫寺、北大山、红旗堡子、柴树沟、枣树沟	小岭子、罗卜坎(小莱河)	

2. 构造控矿

本区铁矿类型严格受大地构造环境控制。阿尔戈马型铁矿受绿岩盆地(古火山岛弧盆地)控制，含铁岩系主要分布在盆地的边部，弓长岭式铁矿围绕盆地边部呈环形分布(图2)。矿体与围岩产状一致。局部由于受后期构造影响，地表产状有倒转现象。如齐大山矿带含铁

层,其深部仍保持其正常产状。由北向南或向西,矿层厚度由薄变厚,矿床规模由小变大。

阿尔戈马型铁矿不但受绿岩盆地的控制,而且受次一级向斜褶皱构造控制。如齐大山、弓长岭、南芬、歪头山、棉花堡等铁矿均赋存在不同形式的向斜中。某些铁矿层呈舒缓波状褶皱,褶皱使矿体局部加厚,往深部亦有加厚趋势。

苏必利尔型铁矿系列受早元古代冒地槽构造控制,矿体呈东西向与冒地槽展布方向相一致。

断裂构造也是控矿的重要因素,特别是磁(赤)铁富矿,往往赋存于断裂附近。断裂是后期热液的通道,贫铁矿受热液去硅作用影响,铁质富集成磁铁富矿。本区围绕绿岩盆地的环形断裂,可能是古断裂控制火山喷发的通道。

3. 火山喷发作用及岩浆成分的控矿作用

绿岩盆地中的阿尔戈马型铁矿与古火山活动关系密切,火山喷发-沉积作用和岩浆成分的性质控制了不同类型的铁矿床。从下到上构成了一个完整的火山喷发-沉积旋回,岩浆从早到晚,从基性向酸性演化。

早期以超基性、基性喷发为主,为大洋拉斑玄武岩夹科马提岩,由于岩浆分异作用不明显,不利于铁矿的形成,仅在局部富集小型铁矿,如山城子式铁矿。

在大规模基性喷发之后,随着深部岩浆的分异,先是拉斑玄武岩及基性火山凝灰岩喷发沉积,然后是英安质-流纹质火山岩、凝灰岩喷发-沉积。在火山喷发间歇期,沉积了泥砂质岩。铁矿形成在基性向酸性演化阶段,与基性火山岩关系密切。由于多次喷发,多次沉积,造成多层铁矿,如弓长岭式铁矿床。

晚期以中酸性火山岩喷发为主,夹少量基性火山岩。铁矿赋存于中酸性火山岩中,形成贾家堡子式铁矿。末期火山喷发活动大大减弱,以沉积作用为主,局部有中酸性火山岩及火山碎屑岩。铁矿赋存在泥砂质沉积岩中,矿床规模较大,层次较多,如红山岭式铁矿。

在同一喷发沉积旋回中,由于岩浆成分不同,不同地段成矿作用有明显差异。如歪头山矿带与齐大山矿带两者都赋存于烟龙山组基性火山喷发旋回中,但由于两者基性火山岩化学成分不同(齐大山矿带含CaO 8.9%、K₂O+Na₂O 3.3%;歪头山矿带含CaO 8.5%、K₂O+Na₂O 3.67%)矿床规模相差甚大。

4. 变质作用控矿

本区火山-沉积铁矿形成之后,遭受了多次区域变质作用,其对铁矿的形成起着一定的控制作用。变质程度越高,对铁矿的富集越不利。如麻粒岩及高角闪岩相中铁矿一般规模较小,以中小型为主。而低绿片岩相-低角闪岩相相对铁矿的富集较为有利,一般形成较大规模铁矿,如弓长岭式、红山岭式、关门山式铁矿。

5. 混合岩化的控矿作用

本铁矿形成之后,不仅遭受了区域变质作用,后期又遭受了混合岩化作用的影响。混合岩化热液沿构造发育地段,由于交代去硅作用,使贫矿变成磁铁富矿。如弓长岭式铁矿中的磁铁富矿就是这样形成的。

四、矿床成因及成矿模式讨论

(一) 矿床的成因

本区铁矿的成因,前人作了大量的研究工作,有人认为铁矿是由沉积变质作用形成的,也有的认为是火山沉积变质作用形成的。作者认为本区铁矿分为三个成因类型:火山成因、火山-沉积成因及沉积成因。

1. 火山成因 小岭子式、山城子式铁矿属于此种成因。其特点是条带状磁铁矿石英岩与基性拉斑玄武岩关系密切,矿体赋存于中厚层拉斑玄武岩中。变质拉斑玄武岩有气孔杏仁构造,变余粗玄结构及变余球粒结构。岩石化学成分与大洋拉斑玄武岩成分相似, Cr、Ni 含量高。在拉斑玄武岩中夹有玄武质科马提岩(含MgO 9—20%, CaO/Al₂O₃>1, Cr 300—1500ppm, Ni 300—540ppm)。根据小菜河、罗卜坎铁矿的角闪磁铁矿石英岩中黄铁矿 δS^{34} 值(-0.12‰),推测S来源于深部(上地幔)。

2. 火山-沉积成因 本区弓长岭式、贾家堡子式铁矿属于此种成因。其特点是铁矿赋存于钙碱性火山岩中,弓长岭式铁矿与基性火山岩(拉斑玄武岩)呈互层,铁矿中有薄层基性火山岩,铁矿赋存于基性火山岩向酸性火山岩转化部位,或上部有沉积岩层的部位,即铁矿形成于基性火山喷发的末期或间歇阶段。在岩浆分异作用较强的旋回中,铁矿规模巨大。在大峪沟组酸性火山岩旋回中,铁矿赋存于中酸性火山岩中,成矿规模较小。在由基性火山岩变质成的斜长角闪岩中见有变余杏仁构造,火山凝灰结构。并且在铁矿石中发现有大量的变余火山凝灰结构,如晶屑玻基凝灰结构、脱玻球粒结构、橙玄玻璃等。磁铁矿石和赤铁矿石中基质为铁质和基性包裹体的后生网络结构,说明原始成分为熔浆。杏仁状构造普遍存在,阳起角闪磁铁矿中有岩屑出现。磁铁矿石英岩化学成分,用尼格里方法恢复原岩,大都位于火成岩区。

各主要铁矿区的硫同位素组成较为接近,它们的共同特点是含铁层(贫矿、富矿)与围岩有相同的硫同位素组成, δS^{34} 平均值聚集在近于零的峰值附近。如棉花堡子铁矿为1.8‰,歪头山铁矿为-2.95‰,南芬铁矿为-0.3‰,弓长岭一矿区为-0.52‰,齐大山铁矿为-0.55‰,胡家庙子铁矿为-0.9‰。但就每个矿区而言,又各有其独特之处。如弓长岭二矿各铁矿层 δS^{34} 值不同,第二铁矿为-0.9‰,Fe₄-Fe₆富重硫,同时变化范围增宽,可能与火山气液作用有关。故推测铁质来源于基性火山岩^①。

3. 沉积成因 红山岭式铁矿及苏必利尔型铁矿为沉积成因。铁矿赋存于含火山岩的沉积岩中,磁铁矿石英岩与泥砂质沉积岩呈互层,原生含铁矿物与铁镁碳酸盐有关。绿泥片岩、千枚岩的Sr/Ba<1,硫同位素 δS^{34} 值变化范围较大(-4.6~-11.5‰)。铁矿石的硫同位素组成 δS^{34} 值偏离0值较大。如大孤山铁矿 δS^{34} 值为-12.5‰,说明铁质与沉积岩有关。

(二) 成矿模式

根据本区铁矿的成矿特征、各类矿床的成因,提出本区铁矿的火山-沉积变质的成矿模式。铁矿的形成大致经历了四个阶段:

① 杨凤筠, 1980, 鞍本地区前寒武纪硅铁建造硫同位素地质的初步研究。

1. 火山-沉积阶段: 大约在25—31亿年, 本区为古火山岛弧-海沟区, 处于优地槽环境, 火山活动频繁, 早期为基性-超基性喷发, 形成了小岭子式、山城子式铁矿。中期火山活动由基性向酸性演化, 喷发沉积了中基性-酸性火山岩及火山碎屑岩, 并富集了弓长岭式铁矿。晚期火山活动以中酸性喷发为主, 火山间歇期沉积了泥砂质岩和贾家堡子式铁矿。末期火山活动大大减弱, 以沉积作用为主, 局部有一些中基性火山喷发活动, 沉积形成了红山岭式铁矿。

2. 区域变质作用阶段: 绿岩盆地从形成以来, 大致经历了三次较大的构造热事件 (30亿年、28亿年、25亿年), 使含铁岩系遭受了不同程度的区域变质作用, 从上而下呈现了递进变质作用的特点 (表1), 并且产生褶皱和断裂及混合岩化作用。

3. 混合岩化及混合岩化热液交代作用阶段: 随着区域变质作用的进一步发展, 含铁岩系遭受了不同程度的混合岩化, 早期为钠质混合花岗岩化, 晚期为钾质混合花岗岩化。在断裂构造发育的地段, 混合岩化后期碱性热液交代含铁岩系, 去硅作用使铁质富集, 形成磁铁矿富矿。

4. 氧化淋滤作用阶段: 混合岩化后期, 热液由碱性转为酸性, 热液中的氧含量增高, 产生氧化作用, 使磁铁矿氧化成假象赤铁矿, 局部形成一些假象赤铁矿富矿。在以后漫长的地质年代中, 又遭受了风化剥蚀作用。

综上, 本区理想成矿模式如图2所示。

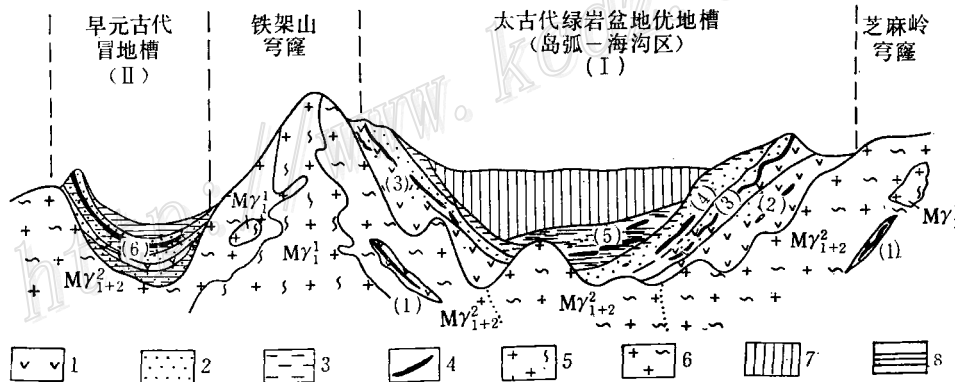


图2 鞍山本太古代绿岩盆地成矿模式图

- 1—超基性—基性火山岩; 2—中酸性火山岩; 3—泥砂质岩; 4—磁铁矿石英岩; 5—早期钠质混合花岗岩 ($M\gamma_1^2$); 6—晚期钾质混合花岗岩 ($M\gamma_{1+2}^2$); 7—后期沉积盖层; 8—辽河群沉积岩系
I—阿尔戈马型铁矿: (1) 小岭子式; (2) 山城子式; (3) 弓长岭式; (4) 贾家堡式; (5) 红山岭式
II—苏必利尔型铁矿: (6) 关门山式

Fig. 2. Metallogenic model for metamorphic volcano-sedimentary iron deposits in Anshan-Benxi region.

1. ultrabasic-basic volcanic rocks; 2. intermediate-acid volcanic rocks; 3. argillo-arenaceous sedimentary rocks; 4. magnetite quartzite; 5. early stage sodium migmatitic granite; 6. late stage potassium migmatitic granite-granite; 7. covering strata.

- I. ore deposit of Algoma type: (1) Xiaolingzi subtype; (2) Shanchengzi subtype; (3) Gongchangling subtype; (4) Jiabiabao subtype; (5) Hongshanling subtype.
II. ore deposit of Superior type; (6) Guanmenshan subtype.

作者根据有利含矿层位(尤其是烟龙组、红山岭组)及有利构造,以及重磁异常的规模强度等推测,羊草庄区、大小台沟—红山岭区、连山关区等是找寻本文所述矿床的有利地区(图1)。

参 考 文 献

- [1] 徐光荣、陈洪江、苏向峰 1981 鞍山小岭子式铁矿麻粒岩及麻粒岩相的发现 地质论评 第4期
[2] 徐光荣、陈洪江 1981 鞍山抚顺地区科马提岩的初步研究 地球化学 第4期

METALLOGENIC CHARACTERISTICS OF IRON DEPOSITS IN ARCHEAN GREENSTONE BASIN OF ANSHAN-BENXI AREA, NORTHEAST CHINA

Xu Guangrong

(Changchun Metallurgical-Geological School)

Chen Hongjiang

(Jilin Institute of Geological Sciences)

Abstract

Lots of research work has been conducted by previous geologists on ore-bearing metamorphic rock series and related iron deposits in the Anshan-Benxi area. On such a basis, the authors have further looked into this world-famous iron-occurring base area during the past several years and come to some new conclusions as follows:

The Anshan-Benxi area is a fairly typical Archean greenstone basin and the iron deposits occurring within it are of Algoma type whereas the western Anshan-Yanqianshan is an early Proterozoic miogeosyncline, and the iron deposits it holds are assigned to Superior type. It is therefore presumed that all of the over 120 iron ore deposits or occurrences in this area do not simply belong to a single genetic type—the commonly known Anshan type, and that more than 110 iron deposits (occurrences) hosted by the Anshan-Benxi greenstone basin make up a specific successive metallogenic series which, in accordance with the stratigraphic position and geologic setting of the ore, could be further divided into five subtypes, i. e., Xiaolingzi, Shanchengzi, Gongchangling, Jiajiabaozi and Hongshanling subtypes. Any iron deposit in this metallogenic series, whichever subtype it pertains to, is confined to greenstone basin. Some apparent regularity governing this metallogenic series has been recognized; (1) Time and space factors; Ore-forming processes bear time-bound and stratabound characteristics; size and shape of ore deposits as well as ore tenor and ore type are obviously controlled by geological age and stratigraphic position. The Anshan Group has

five iron-bearing strata, of which the Yanlongshan Formation of middle Yanshan Group possesses the majority of large and gigantic iron deposits and the Hongshanling Formation is most favorable for mineral exploration. (2) Structural elements; Iron deposits are strictly controlled by geotectonic environments; iron-bearing rock series occur along the margin of the Anshan-Benxi greenstone basin and large and gigantic iron deposits are distributed circularly, dipping towards the center of this basin; secondary synclines are major ore-containing passages for large and gigantic iron deposits while fractures, as ore channelways for late stage migmatic fluids, have played important role in the formation of rich ore bodies. (3) Volcanic eruptive sedimentary cycle and magmatic components; The Anshan Group was a huge volcanic eruptive-sedimentary cycle, and iron deposits were formed during the transition stage when basic volcanic rocks evolved progressively into acid volcanic rocks. These deposits are closely associated with basic volcanic rocks, especially with those enriched in CaO and $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$. (4) Metamorphism; High-grade metamorphism and abundant ferriferous silicate minerals seem unfavorable for the iron mineralization; iron deposits in granulite facies, high-grade amphibolite facies are hence of low tenor and small size; on the contrary, low-grade greenschist facies and low-grade amphibolite facies probably favored the formation of large iron deposits due to their insufficient ferriferous silicate minerals. (5) Migmatization; Previous work indicates that iron ore bed might lie within vast migmatic granite masses and that under suitable structural conditions, pay ore was likely to form through the replacement of lean iron ore body by migmatic fluids at depth. The Gongchangling large pay iron ore deposit serves well as an example.

The original rock sequence had an intimate bearing on the formation of iron deposits. Large Algoma type iron deposits occur in calc-alkaline volcanic rocks of middle Anshan Group within the Archean greenstone basin, iron sources being associated with the basic volcanic activity; the Superior type iron deposits are present in Proterozoic sedimentary sequence of Guanmenshan Formation, Liaohe Group, iron material derived from the transformation of ferriferous volcanic rocks of Anshan Group by exogenic ore-forming processes. The iron deposits in this area might be genetically classified into three types, i. e., volcanic type, volcanic-sedimentary type and sedimentary type, consisting of a closely related genetic series.