

有关长江下游中生代晚期火山岩 系中铁矿的若干问题

张 炳 熤

(地质部地质矿产司)

引 言

长江下游南京-芜湖(宁芜)和庐江-枞阳(庐枞)两个中生代晚期火山岩盆地中的铁矿,经过近年来各部门的地质队伍、科研单位及院校的详细工作,基本上查明了矿床的赋存状态、蚀变特征、矿石特点和成矿的主要控制因素,并在宁芜地区根据各种类型铁矿床之间的成因联系,建立了“玢岩铁矿”模式^[1]。虽然对“玢岩模式”的名称还有不同意见,但作为一种以中基性浅成侵入体为中心,把在不同的地质环境(包括地下的不同种类的围岩和地表环境)形成的一个成矿系列作为一个整体来考虑,无疑对地区矿床分布规律的阐明,以及开展新区的找矿评价工作上,都具有一定的重要意义。

庐枞盆地也具有与宁芜地区相同的基本地质特点。盆地内罗河和大包庄两个隐伏铁矿床的发现和详细勘探以及科研工作,揭露了这两个矿床所在的中基性火山岩系内,与铁和硫矿化有关的完整的矿化和蚀变带的特点,从而对此类矿床的成矿环境及主要特征提出了较完整的资料与较深入的地球化学研究结果^{[2]①}。

本文拟在宁芜及庐枞两个火山岩盆地中与铁矿化有关的一些主要事实的基础上,就它们在形成的地质环境和与之有时间、空间上较密切联系的岩浆岩等方面,以及可以与之进行对比和探讨的其它类型与矿种的矿床之间几个有关问题,提出一些看法。不当之处,希读者提出批评和指正。

一

宁芜与庐枞两地区的铁矿床所形成的地质环境,都是在由基一中基性开始向偏碱性演化的岩浆活动地区,其中火山喷出作用较为发育。虽然在“玢岩模式”或“成因系列”中,两地都有在地表形成的“火山-沉积”类型的铁矿,即宁芜的龙旗山式和庐枞的盘石岭式,以及在一些属于早期喷发阶段火山岩中存在铁矿碎屑,但主要的成矿作用仍与当时在地下活动的成矿流体有关。与成矿关系密切的岩体,在宁芜则被认为是辉长闪长玢岩-辉长闪长岩的浅成小岩体。虽然对庐枞地区罗河铁矿含矿围岩的原生产状尚无一致意见,但大包庄的大多数研究者认为矿床是在浅成侵入体的接触带上发育的。在不同的成矿部位

① 据第二届全国矿床会议论文摘要。

上呈巨大块状的矿体和大小不等的矿脉以至网脉构成似层状或筒状矿化带,矿石也可以有块状、角砾状或浸染状。这都表明成矿方式是以沿裂隙的贯入充填和相伴的围岩交代作用为主。两个地区的矿床虽都以铁的氧化物,特别是磁铁矿为主要成分,但也有一定比例的赤铁矿和菱铁矿,而且都有晚期的黄铁矿,并含有一定的铜。黄铁矿除在铁矿石中成伴生矿物外,还可以在铁矿体周围或上部,或与铁矿体相间,形成独立的矿体。磷灰石也是一个常见的伴生矿物,并可成为特征性的矿物组合(磷灰石-透辉石-磁铁矿)中的一员。伴生组分在氧化铁矿物中有钛、钒;硫化铁中有铜(钴)。蚀变作用分带性较明显,都可以分出深部与铁矿接近的深色蚀变带和上部的浅色蚀变带;宁芜地区最下部还分出一个钠长石化带;罗河深色带内包括有碱性(红)长石化带。按照矿物成分特点,深色蚀变带中主要为透辉石、透闪石和石榴石类矿物,宁芜地区还有钠柱石,曾有“类矽卡岩化”之称;浅色蚀变带中的泥化、硅化和黄铁矿化,在基本格式上与斑岩铜矿模式有相似之处。硬石膏和石膏在两个地区较普遍存在,特别是罗河,浅色蚀变带范围内除与硅化、黄铁矿化一起形成“三化岩”外,并构成巨厚的硬石膏-石膏矿体(参阅[1、2])。

二

近年来,对矽卡岩型铁矿床进行了大量地质工作。在不少地区,如河北邯郸、山东莱芜和济南、安徽淮北、山西东南部,过去认为是在燕山期中性闪长岩侵入体与奥陶系石灰岩接触带上形成的矽卡岩型铁矿床,经过较系统的岩石学研究,证明岩体多不是简单的侵入体,岩性也很少单一,大多是多期次的由更偏基性的经过中性向碱性或酸性演化的一个系列的岩浆岩构成的杂岩体或杂岩分布区。岩性可由辉长岩类经闪长岩、二长岩、正长岩以至霞石正长岩。各地出露的系列完整性不同,但都属于这一系列中的偏前或偏后的大部分^[3]。虽然这些地区的火山作用不发育,但岩浆岩所显示的演化系列以及活动时期,基本上都可与长江下游火山岩盆地中者相比。虽然有围岩成分上的区别,但矿石的主要矿物成分,伴生组分(硫、磷、铜、钴、钒、钛等)尽管在种类和数量上有所不同,但基本上都在一定范围内。在蚀变现象方面,与矽卡岩型矿床有关的侵入体内,常见的是钠长石化或碱性长石化,而常见的“矽卡岩矿物”,如透辉石、透闪石、钙铁石榴石、绿帘石等,也是宁芜和庐枞地区火山岩内铁矿床的深色蚀变带中的矿物。

这些基本情况,意味着我国华北、华东等区与中生代晚期一次岩浆活动有关的内生铁矿床,虽然在围岩条件上、矿体形态和生成方式上有所不同,即分别属于“矽卡岩型”和“陆相火山岩型”,但在可能的岩浆来源和铁质富集、沉淀时的物理化学条件等方面有基本相似之处。实质上,也可以把它们作为是在类似的深部岩浆演化及与之有关的成矿作用在不同的上部围岩环境中的产物。宁芜地区的“玢岩铁矿”模式本身就包括有“梅子山式”,即矽卡岩型矿床。这也说明两者间的成因关系。加拿大不列颠哥伦比亚省西南部列入“接触交代式”磁铁矿床一类的铁矿床,大部分是由与石灰岩相邻的安山岩类火山岩受交代作用而成,有关的侵入岩株成分也是中性的。除以磁铁矿为主要成分外,局部也有黄铜矿、黄铁矿等^[6]。这也说明这种情况具有一定的普遍性。

三

由基性向偏碱性演化的岩浆系列对于铁矿的形成来说应是一个较普遍的有利前提。除上面提到的我国东部的“陆相火山岩型”与“矽卡岩型”之外,也还有其它类型的铁矿床与之有直接或间接的联系。

首先是与中偏基性岩浆岩有关的著名的瑞典基鲁纳式高磷富铁矿床,长期以来被认为是与正长岩和角斑岩有关的岩浆分异贯入矿床。美国米苏里州有几处规模不大的产在前寒武系安山岩破裂中和角砾化带中的磁铁矿-赤铁矿矿床^[7,8],也曾被认为是可与基鲁纳相比的岩浆分异贯入式矿床。近年来因智利拉科与近代安山岩喷发有关的火山喷发型富铁矿的发现^[9],以及对古老变质岩系的火山岩原岩的恢复研究,基鲁纳铁矿火山喷出矿浆流溢成因的说法得以流行。但近来仍有人对矿浆流溢的说法提出疑问^[10],而首先在文献中报导拉科铁矿的Park在其1975年第二版的《矿床学》中,仍把基鲁纳铁矿作为矿浆贯入型来看待^[11]。我们可以暂不纠缠于古老变质岩系中变质岩的原岩产状如何,而集中注意岩浆岩的演化系列和成矿的岩石化学条件。则根本问题应是在从基性到偏碱性的岩浆演化过程中,究竟在哪个阶段,哪种条件,通过哪种方式形成分离的富铁流体,包括“矿浆”及以后有大量铁分参与的水热流体,在不同的围岩条件下形成各式矿床。

值得进一步注意的是在所谓基鲁纳式的矿床中,除含有较多的磷灰石外,透辉石和透闪石也是常见的非金属矿物^[10,11],这使得我们很自然地联想到宁芜地区的“磁铁矿-磷灰石-透闪(辉)石”三组合。“玢岩铁矿模式”中的梅山式和姑山式铁矿,根据其产状和矿石特点以及初步实验材料^①,《宁芜玢岩铁矿》的作者^[11]和苏良赫教授等提出了矿浆成矿的论点。这说明“梅山式”和“姑山式”的富铁矿,在许多方面是可以和基鲁纳式矿床相比的。但我们的矿床是在陆相火山活动及侵入作用的地质条件下,以贯入的形式而不是直接流溢到地表形成的。

其次,宁芜地区的陆相火山岩型和华北等地的矽卡岩型铁矿石的主要和伴生组分,是以亲基性岩浆的组分为特征的。与古生代晚期基性侵入岩有关的钽钛磁铁矿床则代表了完整的伴生成分组合。川西的含钽钛磁铁矿基性-超基性侵入岩带,在某些部位的一侧就有较晚期的碱性正长岩体。在某些矿床中还见有含稀有元素的碱性岩脉的穿插。这种情况也说明该地区岩浆演化的一般趋势^[4]。此外,川西地区基性岩浆活动带内还有辉长-辉绿岩与石灰岩接触带上的矽卡岩矿床。

还有,在我国西北部东疆和肃北一带古生代海相中-基性火山岩系中的富铁矿床,其伴生组分也属同一组合,近矿围岩蚀变基本上也属宁芜一带的深色蚀变式,钠长石化也很普遍。

提到海相火山岩系,国外常强调所谓属于地槽发展初期阶段的海相喷发的细碧岩和角斑岩与铁、铜矿化的关系。这些喷发岩实际上也是含碱质较高的基性-中性火山岩。尽管其中的碱质,特别是钠的来源有不同说法,成矿的方式可能有喷发-沉积式,如德国的

① 据苏良赫、李九玲等资料。

Lahn-Dill 铁矿,但在岩浆岩的基本成分上还是类似的。

根据陈毓川同志的观察^①,滇南大勐龙一带上三迭系的火山岩建造可分两期,早期属细碧岩-角斑岩-玄武安山岩-安山岩系列,为铁的矿化期,喷发作用由海相过渡到陆相。晚期由粗面安山岩-英安岩-流纹岩组成,矿化不强,属海陆交替相。铁矿化可初步分出五种类型,而且构成一个系列。其中有位于火山口附近的曼养式火山岩浆矿床,在浅成玢岩侵入体边缘的曼允、曼钠及疆峰式矿床。后者的矿化特点与宁芜地区者颇有相似之处。这可以进一步说明尽管喷发环境有海底和陆上之分,成矿有地表和地下之异,但其间确实应有共同的内在因素,即岩浆与特征性的成矿物质的来源和岩浆在深部演变过程中,铁及其后在矿石中的伴生元素的富集的基本规律,它们之间的差别,是由岩浆最后固结时的部位和从岩浆中分化出来的,或在岩浆活动影响下产生的成矿流体以及最后形成矿化的外部条件支配下造成的。

四

宁芜和庐枞两地区的铁矿床都伴有较多的黄铁矿,有的在其周围或上部形成大型的黄铁矿矿床。这说明在以氧化铁为主的成矿阶段稍后,有大量硫与铁结合。与岩浆成矿作用有关的磁(赤)铁矿床和黄铁矿床之间的联系与过渡现象的存在,并不限于宁芜和庐枞地区,也不限于国内。

由于对海相火山-沉积成矿的重视,对所谓“块状硫化物矿床”的研究和讨论曾是一个重要的矿床学课题。这类矿床以块状黄铁矿为主,可含有不同比例铜、锌和铅的硫化物构成的含铜黄铁矿矿床,或多金属矿床,在火山岩系内顺层产出,一般为富矿,但主矿体下部常有低品位的贫矿石。

这类矿床与铁矿的关系,在 M. Solomon 讨论“火山”块状硫化物的含矿围岩一文^[12]中提到:“随着磁铁矿含量的增加,火山块状硫化物矿石过渡到以磁铁矿或赤铁矿为主的块状氧化物矿石,例如塔斯曼尼亚的 Savage River、挪威的 Fosdalen 和 Tverrfjellet、瑞典的基鲁纳。”这说明在被认为是火山岩环境中形成的多金属块状黄铁矿型矿床与磁铁矿矿床之间可以有相互过渡的关系。在矿体的形态和构造方面,同一文中提到:“许多矿床在块状矿石之下,具有管状或网脉状带,向下延伸至几百米,直径小于矿体。它们以低品位矿化及水热蚀变为标志。另外一些矿床则位于宽得多的蚀变带之上,带的延伸超过矿石的边界……”这表明在层状富矿之下,常有沿裂隙或破裂带形成的网脉以至角砾状贫矿。宁芜和庐枞地区的一些铁矿床也基本具有这种特点。

F. M. Vokes 在题为《斯堪的那维亚的加里东期块状硫化物矿床》一文^[13]中,对这类矿床中的磁铁矿作了进一步的说明:“磁铁矿是在多金属块状硫化物矿石中可存在的唯一有意义的氧化物矿石矿物。在大部分矿石中,它不存在或只有少量存在。可是,如作为 Tverrfjellet Dorre 的重要的新矿床的一部分,以及在 Trondheim 南部地区较小的矿床中的矿石,却呈现出相当多的磁铁矿含量,虽然至今还未从挪威的块状硫化物矿床中经

① 参看陈毓川“云南大勐龙地区火山型铁矿情况”一文。

济地回收这一矿物。另一方面,特别是在 Trondheimsfjord 西北的 Fosen 地区,经济上重要的磁铁矿矿石中含有高达3~4%的黄铁矿和少量但可回收的黄铜矿。看来这种类型代表了主要是氧化物相的铁矿床和主要是硫化物相的铁矿床之间的过渡。”这就更明确地表明了两者间的过渡关系。列举的最后一例在矿石成分上与大包庄和罗河的铁矿不无相似之处。

除了上面引证的欧洲下古生界的块状硫化物矿床外,属于所谓层控或层状火山-沉积矿床一类的还有更老的前寒武系中受过变质的所谓“绿岩带”内的铜铅锌硫化物矿床,和时代最新的产于日本中新世火山岩系内的绿色凝灰岩带中的“黑矿”。由于后者未经变质,近年来西方研究与火山岩有关的块状硫化物矿床的地质学家们多把它作为和时代更老的,经过变质和变形的块状硫化物矿床对比的原形^[11]。关于黑矿近年来研究报导较多,值得注意的是:黑矿的主体虽然是多金属硫化物,但在其模式的说明中都提到有上下的分带现象,而且最上面的一个带是“含少量黄铁矿的隐晶质石英(玉髓)和赤铁矿薄层”;有大量的石膏和硬石膏以及在一定部位的硅化带;主要矿体的底板为硅化“流纹岩”及被硫化物脉穿插和受到浸染的火山碎屑岩;不少的黑矿式矿化与流纹岩质的“熔岩窟窿”或“块体”有关。黑矿的产状和一部分蚀变特征与宁芜和庐枞的矿床有些类似。目前在文献中能查到的有大量硬石膏伴生的金属矿床只有黑矿这一类。广泛的硅化、黄铁矿化以及 SO_4^{2-} 的参与(除石膏外还有重晶石),也与庐枞地区矿床的浅色蚀变带类似。

所谓“火山块状硫化物矿床”,包括黑矿在内,虽具有产在火山岩内、主要富矿体都有层状或层控的特点,但其下部多具有网脉状甚至角砾岩筒状的矿化和水热蚀变带。因此,虽然目前不少研究者强调这类矿床的火山-沉积“同生式”成因,但也不能否认下面的脉状穿插和蚀变仍应属于热液充填及交代作用的产物。这样,除了某些金属组分之外,在产状和成矿的基本特征方面与庐枞和宁芜地区的磁(赤)铁矿-黄铁矿矿床也有相似之处。参照我们这两个地区的情况,前引 Solomon 和 Vokes 所述以氧化铁为主要成分和以黄铁矿为主要成分的矿床之间的相互过渡关系,看来也是有依据的。

根据上述,我们可以把海相火山岩中的“黑矿式”和石灰岩中的“接触交代(矽卡岩)式”,以及长江下游一带“玢岩式”矿床都看作是和一定成分的岩浆活动有关的,但生成环境不同的三大类。以黑矿为代表的多金属块状硫化物矿床是在海相火山-沉积环境中形成的,上部层状富矿按目前流行的看法是来自地下的热液或火山放散物直接进入海底,在海水覆盖下沉积出来的;宁芜和庐枞地区的铁矿和黄铁矿矿床则是在陆相火山岩系中,主要是在地下的浅成环境中通过成矿流体的充填和交代作用形成的,但也有具一定重要性的地表沉积的硅-铁质矿层;接触交代式矿床应是在层位较低的石灰岩中以交代作用为主的产物,并可发育在火山喷出岩分布的范围以外。

五

如前所述,罗河铁矿床的特点之一是有大量的硬石膏和石膏。由它们的产状和与其它矿物的共生关系来看,其来源和形成过程可能还是较复杂的。产在深色蚀变带里与红长石(碱性长石)化紧密相关的硬石膏-透辉石岩(膏辉岩)中的硬石膏,至少与原岩中的

长石呈明显的交代关系,这和很久前文献中叙述——硬石膏可作为一种高温热液产物的推断相符^[15],特别是和国外斑岩铜矿典型蚀变内圈的钾化带内常有硬石膏的情况也基本相符。在铁矿脉体中的紫色板状硬石膏,为大的它形单晶包裹辉石、磁铁矿和磷灰石的自形晶体,形成“筛孔状”构造(围岩中被交代的部分也有此种构造)。硬石膏的这种产状,以一般所说的稀薄的热水溶液中结晶出来的解释是比较困难的。

铁矿体之上,在浅色蚀变带里硬石膏可在硅化带内与黄铁矿一起形成“膏化带”的黄铁矿-硬石膏岩,也可在硅化带范围内形成大小不等的硬石膏矿体。罗河矿床近旁的普查钻孔内还常见到相当厚的由黄铁矿、石膏和硅质组成的“三化岩”。这部分硬石膏的产状和晶体性状不同于深部,矿体呈层状或似层状,有条带状构造,粒状晶体,外表青灰至白色。有人认为是沉积形成的。

文献中对于与内生成矿作用有关的硬石膏成因也还没有一致的令人满意的解释。硬石膏的一个特点是在水中的溶解度随温度的增高而减低;压力增加可使溶解度有所提高;溶液中有NaCl或酸类可使溶解度有较大的增高。它在高温下易于沉淀的特点曾被用来解释它是高温蚀变作用产物的原因。也有人提出过硬石膏之所以属于高温矿物组合,是因为在600~400°C之间,水热流体中的 SO_2 由于不稳定,而自身一部分氧化成 SO_4^{2-} ,一部分成为 S^{2-} ,此时如有 Ca^{2+} 存在,由于 CaSO_4 在高温下溶解度低而立即沉淀,并把 SO_4^{2-} 消耗掉^[16]。在400°C以下,即不再有由这种机制形成硬石膏的可能。这种解释就其所需的温度范围来说,与罗河铁矿的测温资料不矛盾。但是在铁矿脉体内的大个板状晶体显然是在脉中充填的矿物组合形成的晚期出现的,意味着 CaSO_4 可以在成矿流体中保持一定的时间,并且还可能经过搬运,除非钙和硫酸根离子的参与有先有后,否则用两者在高温时一结合即沉淀的简单说法就不易解释。此外,上部浅色带中的硬石膏也难以用简单的溶解-沉淀关系来说明。

上部的硬石膏矿体,从其产状及其与硅化、黄铁矿化的关系来看,与日本黑矿模式中的下部“石膏矿石带”相似(其中“石膏矿石带”之下为“硅质矿石带”)。黑矿中石膏矿石的成因虽然目前流行有海底沉积之说(引有硫同位素资料的依据,并用因海底火山喷发使海水温度增高,从而降低了 CaSO_4 的溶解度,使之沉淀下来)。但是仍有一部分研究者认为还不能否定石膏和硬石膏是沉积岩受交代作用的产物,至少是其中一部分^[17]。并且还有人强调在没有受到变质的黑矿中,切穿不同围岩层面的石膏脉至少可以证明在围岩部分固结和石化之后,还有石膏产生^[18]。

沉积成因对罗河铁矿来说也还有沉积环境和物质来源问题需要做出合理的解释。日本黑矿中的石膏有“温暖的浅海环境”作为 CaSO_4 的方便来源,我们的陆相火山环境中完全靠当时的地表来源是有困难的。在没有更好的解释以前,可仍暂以来自深部的流体,在接近地表部位交代疏松或半胶结的火山碎屑-凝灰质沉积物的一部分熔岩来解释。鉴于我们的陆相火山环境也可以形成大量的硬石膏和石膏,那末日本黑矿中的同类物质也不一定非来自海水不可。庐枞地区还有较多的明矾石矿床和明矾石化蚀变作用,这也表明在火山活动的某些阶段有大量的 SO_4^{2-} 存在。

问题还不限于此。现已肯定长江下游地区火山岩层位之下的地层中有沉积的石膏层,并在一些地方和与铁有关的闪长岩类侵入体直接接触。不断有人提出,在稍深部位的岩浆

体内,或火山根部,有石膏层混入,并在岩浆溶化的一定阶段重新出现并参与了成矿活动的可能性。这确是一个对理论和实践都很有意义的问题。中国地质科学院矿床地质研究所的同志们曾做过一些实验,证明 NaCl 、 Na_2SO_4 、 CaCl_2 、 MgCl_2 、 FeCl_3 和水可以和斜长石在一定条件下起反应,生成宁芜地区铁矿石中存在的矿物组合,其中包括硬石膏^[1]。但是硬石膏和石膏在不同的温度压力,和有其它易溶性物质参与下,与硅酸盐熔浆直接在一起时将有何反应,特别是对铁的富集起何种作用,应是我们需要针对性进行的工作。这类研究结果,也可能有更普遍的意义。

最近中国地质科学院矿床地质研究所张荣华、陈毓川、丁梯平,北京大学郑淑惠和其他同志以庐枞盆地为例,从火山岩演化、矿化蚀变特征、微量元素和同位素地球化学特征,探讨了长江下游玢岩铁矿的矿质来源问题^①,初步认为 SO_2 可能有一部分来自火山岩基底的沉积硫酸盐层,并有由岩浆来源的硫与之进行同位素交换的可能。

六

上面指出了宁芜与庐枞两地火山岩中的铁矿床与所谓“火山块状硫化物矿床”之间的某些共性和联系。实际上与这些铁矿关系更为明显的应是“斑岩铜矿”。把宁芜的铁矿系列作为模式并定名为“玢岩铁矿”,也是考虑了国外习用的“斑岩铜矿”一词。虽然“斑岩铜矿”的概念中并没有明确包括成矿系列在内,而且多数地区的铜矿化是在斑岩体内,但是矿化波及的范围可包括斑岩体和各种可能的围岩,包括石灰岩在内(形成“矽卡岩式”铜矿床)。有关的侵入体是中酸性的石英闪长岩、石英二长岩和花岗闪长岩等的浅成侵入的斑岩岩株(有个别作者提出过个别地区的“斑岩”是喷出岩)。矿化从相当高的温度开始,连续到较低的温度,有明显的矿化和蚀变分带,在轮廓上与我们这两个地区的铁矿是有不少相似之处的。虽然最初的国外典型地区不直接位于火山岩地区,但后来不断在火山岩地区有新的发现,虽然有工业意义的金属是以铜为主兼有钼及其它,但矿床中大量存在的是铁的硫化物(黄铁矿);磁铁矿可在内部带出现,属于高温阶段产物。对比之下,我们可以认为罗河或宁芜铁矿化的主要部分在成矿条件上大体上相当于斑岩铜矿的早期阶段,铁的氧化物相比较发育;后期虽也有不少的黄铁矿和显著的浅色蚀变带的发育,但未更多出现铜。一般认为铜与钾化关系密切,宁芜娘娘山旋回钾含量大于钠含量,铜井金铜矿化似乎和这一富钾阶段有关。庐枞火山岩系列的后部钾含量也大于钠,铜只在铁矿化中心的外围形成小型铜矿床和铜地球化学异常,在更远处有少许铅锌矿化点。在庐枞盆地的西北部主体火山岩分布区之外,有一处“斑岩式”铜矿床产在下古生界围岩中似乎自成一体。

若按有关的浅成侵入体的岩石成分,含铜斑岩一般含硅氧稍高。长江中下游大冶—阳新、九江—瑞昌、铜陵—繁昌等地,分段集中有铁铜矿床。以铁或铜为主的矿床及其有关的侵入岩在空间分布上和侵入时间上也略有不同。另一方面,我国也有时代属于前寒武纪的与基性岩有关的铁—硫—铜矿床,如云南大红山。这也可以说明这三者间是有较密切的关

① 据张荣华等所写的“应用稳定同位素研究某些陆相火山岩矿床的成矿条件和成矿流体的初步结果”一文。

系的, 其中的成因关系和成矿作用的控制因素还有待我们去深入研究。

如果从岩浆岩的硅氧含量来看有关的金属矿床, 则我国还有与燕山期更偏酸性的岩浆岩有关的铅-锌(银、金)矿床。它们可分布在火山岩分布区以内或在其外, 而与侵入的石英斑岩类小侵入体有关。伴存的火山岩多属发展到后期的偏向酸性的系列。

如果我们把这几种矿床按照与其有关的岩浆岩成分和一般由基性而中而酸(碱)的演化顺序排列起来, 暂不详细分别碱性或酸性的演化系列, 则在侵入环境下依次应为: “玢岩铁矿” — “斑岩铜矿” — “石英斑岩-霏细岩-多金属矿”, 同样的岩浆条件在侵入到石灰岩环境中时, 则各有相应的“接触交代式矿床”, 但随着位序的后移, 矽卡岩化与金属矿化在时间与空间上的距离都有所加长。

如果在火山环境中, 而又强调喷发-沉积成矿的重要性, 则可以相应的列为: 氧化铁矿床-块状硫化物铜矿床-块状硫化物多金属(铅为主, 兼有金银)矿床。这个系列一般文献中多强调海相喷发-沉积环境的重要性, 如氧化铁矿床中与细碧岩有关的所谓欧洲的“Lahn-Dill式”铁矿应没有什么问题。当然, 也有不少研究者把基鲁纳式的也包括在内。

综上所述, 作者认为庐枞和宁芜的“玢岩铁矿”在矿床学中应占有特定的地位, 它与许多其他类型及矿种的矿床之间具有成因上的某些共性, 例如和“矽卡岩”矿床有直接的联系; 与“斑岩铜矿”在蚀变及成矿阶段上是紧密相关的, 其中的一部分类型又涉及世界上相当重要的铁矿类型, 如“梅山式”之与“基鲁纳式”; 由于其中有大量黄铁矿的存在, 又涉及氧化物中的铁与硫化物中的铁之间的关系, 从而联系到“块状层状硫化物矿床”; 大量硬石膏及各种产状的组合, 又与日本的黑矿可以发生联系, 如此等等。

从这些情况来看, 似乎意味着这一系列的成矿作用是有一定的内在联系和共性的, 如从岩浆演化序列和成矿过程来看, 无论是海相或陆相喷发, 也无论是喷发还是侵入, 其间并没有根本的差别, 并且都有发展的平行性。当然, 外界条件也应具有一定的影响, 如成矿物质由来源分出后, 最后达到海底或冒出地面, 或在中途即遇到能使之沉淀或分散的各种围岩环境, 这些不同的外界条件对于最后形成的矿床具体特征是具有重要影响的。

这里也许会引起关于物质来源的争论。就铁的来源说, 基性岩本身就可以有相当的供应。即使在后期的水热活动中, 水可能有不同的来源, 但作为激发水热作用的热源, 也终需岩浆活动。关于长江下游铁矿有关的岩浆岩的来源问题, 张荣华等^①曾从微量元素及同位素地球化学特征方面做了初步探讨, 提出深部来源的可能性较大。闵志(口头介绍)曾用长江中下游的重力测量资料计算过该区上地幔上界的起伏与铁矿及其有关岩浆分布的关系, 发现此类矿床与火山岩的分布多在地幔上界高起的地段。可以认为这些矿床都与深部来源的基性岩浆有关。与海相火山喷发有关的火山沉积型铁矿床和块状硫化物矿床, 现在多认为是在洋壳的基底上发育的, 也即与来自陆壳下面的基性岩浆有关。不论海相或陆相, 这些矿床系列的共同特点也正由于有一个共同的基础——深部的基性岩浆活动。

由于深部基性或超基性物质熔融或部分熔融产生的岩浆, 在演化过程中, 成分上自然会随阶段不同而有变化, 成矿金属铁、铜和铅的时间先后和空间位置的相对关系也必然会

① 参阅第二届全国矿床会议论文摘要

和岩浆演化的阶段性相对应。这个轮廓性或经验性的概括还远不能解决自然界复杂条件的某些细节。特别是我国南部及其它地带广泛分布的大片花岗岩类,它们的来源、成矿特点以及对本文讨论的较单纯的深部来源岩浆演化和成矿作用的干扰,包括有利与不利的方面,还是有待于我们进一步深入研究的大课题。

本文是在作者1977年11月在安徽省地质局铁矿地质工作会议的一次发言摘要稿的基础上修改而成的。作者在安徽期间,在了解宁芜和庐枞地区的地质和矿化实际资料方面,得到了安徽省地质局及所属三二七、三二二地质队和江西省地质局九〇九队、中国地质科学院原地质矿产研究所、华东地质矿产研究所在该地区长期工作的同志们,其中特别是李兆熊、陆志刚、王华田、陈毓川、李文达、王嘉申、李国龙、尹恭沛、黄清涛、李崇佑、李焱令、张培生等同志的帮助;修改成文也是在李文达、陈毓川、张荣华等同志的鼓励和具体帮助下才得完成的,谨此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] 宁芜研究项目编写小组 1977 宁芜玢岩铁矿 地质出版社
- [2] 张荣华等 1974 一个铁矿的围岩蚀变和成因探讨 地质学报 第一期
- [3] 华北地质科学研究所铁矿研究队 1977 华北若干地区与接触交代型铁矿有关的中性岩浆杂岩系特征总结 华北富铁矿工作经验交流会议地质资料汇编 地质出版社
- [4] 地质科学研究院地质矿产所、成都地质学院、四川省地质局 106 队、四川省地质局西昌实验室 1975 川西地区钽铌磁铁矿含矿母岩的时代 铁铜矿产专辑 第四集 地质出版社
- [5] 张荣华 1981 长江中下游地区玢岩铁矿和块状黄铁矿床的物理化学条件 地质论评 第一期
- [6] Sangster, D.F., 1969, The contact metasomatic magnetite deposits of southwestern British Columbia. Geological Survey of Canada, Bulletin 172.
- [7] Snyder, F.G., 1978, Geology and Mineral Deposits, Midcontinent United States, Ore deposits of the United States, 1933-1967, pp.264-268.
- [8] Murpy, J.E., Ohle, E.L., 1968, The Iron Mountain Mine, Iron Mountain, Missouri. Ore deposits of the United States, 1933-1967, pp.286-302.
- [9] Park, C.F., Jr., 1961, A magnetite "flow" in northern Chile. Econ. Geol. vol.56, pp.431-436.
- [10] Frietsch, R., 1978, On the magmatic origin of iron ores of the Kiruna type. Econ. Geol., vol.73, No. 4, pp.478-485.
- [11] Park, C.F., Jr., MacDiarmid, R.A., 1975, Ore deposits, 3rd ed., pp. 235-237.
- [12] Solomon, M., 1976, "Volcanic" massive sulphide deposits and their host rocks. Handbook of strata-bound and stratiform ore deposits, vol. 6, chap.2.
- [13] Vokes, F.M., 1976, Caledonian massive sulphide deposits in Scandinavia, a comparative review. Handbook of strata-bound and stratiform ore deposits, vol. 6, chap.4.
- [14] Sangster, D.F., Scott, S.D., 1976, Pre-Cambrian strata-bound massive sulfide ores of N. America. Handbook of strata-bound and stratiform ore deposits, vol. 6, chap. 5.
- [15] Lindgren, W., 1933, Mineral deposits, 4th ed., pp.685-686.
- [16] Holland, H.D., 1967, Gangue minerals in hydrothermal deposits in geochemistry of hydrothermal ore deposits. chap. 9, pp.419-421.
- [17] Tatsumi, T., Watanabe, T., 1971, Geological environment of formation of the Ku-

roko type deposits, in IAGOD volume, IMA-IAGOD Meeting, 70, p.219.

- [18] Ridge, J. D., 1976, North American concept of syngenetic ores, chronological outline, 1970, Kuroko deposits, in Handbook of strata-bound and stratiform ore deposits, vol.1, pp.248-253.

PROBLEMS CONCERNING THE IRON ORE DEPOSITS IN THE LATE MESOZOIC VOLCANIC FORMATIONS OF THE LOWER YANGTZE VALLEY REGION

Zhang Bingxi

(*Department of Geology and Mineral Resources, Ministry of Geology*)

Abstract

The iron ore deposits in the Late Mesozoic volcanic formations of the Lower Yangtze Valley region, particularly those of the Nanjing-Wuhu and the Lujiang-Zongyang areas, have been studied in detail in recent years, and the term "porphyrite iron ore deposits" has been proposed to denote the genetically interrelated series of different types of iron ore deposits in this region. The predominant features of mineralization of different types or stages included in this series, especially the paragenetic relationships between the oxide and sulfide minerals of iron and the sulfide minerals of iron and copper as well as the general trend of evolution of the magmas associated, as compared respectively with other well-known types of iron and copper deposits such as skarn type, Kiruna type, massive sulfide type and porphyry copper, indicate the possible existence of certain parallelism in the development between them. It is suggested tentatively that the origin of the types of ore deposits discussed may be directly or indirectly related to deep magmatic sources probably of mafic-ultramafic composition. Differences among the various types concerned are considered to depend on the stage of evolution of the source at which the main ore-forming material separated and the geological environment into which the ore bearing magma and/or the ore-forming fluid entered.