

安徽省庐江县泥河铁硫矿床地质特征 及成因初步分析

赵文广¹⁾, 吴明安¹⁾, 张宜勇^{1,2)}, 王克友¹⁾, 范裕³⁾, 汪龙云¹⁾, 魏国辉¹⁾, 车英丹¹⁾

1) 安徽省地质调查院, 合肥, 230001; 2) 中国地质大学(武汉), 武汉, 430074;

3) 合肥工业大学, 合肥, 230009

内容提要:泥河铁硫矿床位于长江中下游成矿带内庐枞盆地的西北部, 矿床中铁、硫储量均达到大型矿床规模, 硬石膏储量达到中型规模, 是长江中下游成矿带内近年来重大找矿突破之一, 其发现具有重要的理论意义和勘探价值。泥河矿区内主要地层为砖桥组和双庙组安山质火山熔岩和碎屑岩, 侵入岩体主要为辉石闪长玢岩。磁铁矿体呈厚大的透镜状分布于闪长玢岩穹窿顶部, 硫铁矿体和硬石膏矿体主要呈透镜状、似层状产于砖桥组地层中。矿床中金属矿物主要为磁铁矿和黄铁矿, 非金属矿物主要为硬石膏、辉石和石英。矿石以磁铁矿-硬石膏-辉石组合为特征。矿石的结构构造主要为浸染状构造、块状构造、自形-半自形粒状结构、他形粒状结构、交代假象结构和筛状结构等。矿区围岩蚀变强烈, 自下往上划可分为深色蚀变带、叠加蚀变带和浅色蚀变带, 主要蚀变类型包括硬石膏-辉石岩化、黄铁矿化、硅化和泥化等。泥河矿床的形成经历了热液期和四个成矿阶段, 即磁铁矿-黄铁矿阶段、石英-碳酸盐-黄铁矿阶段、石英-黄铁矿阶段和脉状碳酸盐硫酸盐阶段。通过对矿床地质特征的分析以及与宁芜盆地典型玢岩型铁矿床对比研究, 本文认为泥河铁矿床的形成与辉石闪长玢岩关系密切, 属于“陶村式”玢岩型铁矿床。

关键词: 庐枞火山岩盆地; 泥河铁矿床; 辉石闪长玢岩; 玢岩型铁矿床

庐枞矿集区是长江中下游多金属成矿带重要的组成部分, 区内铁、硫、铜及明矾石等矿产在中国东部具有重要地位。庐枞地区的勘探工作始于20世纪60年代, 之后30年间相继发现了罗河铁矿、沙溪铜金矿床和龙桥铁矿等一系列大中型矿床。但90年代以来, 该地区地质找矿工作一直未取得重大突破。安徽省地质调查院在系统总结区域成矿地质条件、成矿规律、控矿地质因素的基础上, 利用玢岩铁矿成矿模式和找矿模型, 选择1:5万航磁异常与重力异常套合地区, 通过大比例尺地磁、重力测量, 以及钻探对磁重异常进行验证, 于2007年5月首孔发现了泥河矿床。随后的勘探工作证实为大型铁硫矿床, 伴生中型硬石膏矿床。泥河矿床的发现指示庐枞矿集区及长江中下游成矿带仍具有较大的找矿潜力。本文在矿床地质勘查工作成果的基础上, 对泥河铁硫矿床的地质特征进行了系统的总结, 划分了矿床的成矿期次, 分析了控矿因素, 初步探讨了矿床

成因, 在此基础上, 与宁芜盆地内典型“玢岩型”铁矿床进行对比研究。研究成果将深化和发展“玢岩型铁矿床”成矿理论, 并为庐枞盆地内玢岩型矿床的找矿勘查提供借鉴。

1 区域地质背景

庐枞中生代火山盆地位于长江中下游断陷带内, 地处扬子板块的北缘, 郟庐断裂带的南段(图1), 是长江中下游成矿带中最重要的中生代火山岩盆地和矿集区之一(常印佛等, 1991; 翟裕生等, 1992; 唐永成等, 1998; 毛景文等, 2004; 周涛发等, 2008; 吕庆田等, 2004; 董树文等, 2007)。盆地边界为4组深大断裂控制, 盆地基底东浅西深, 属于继承式的中生代陆相盆地(任启江等, 1991), 火山岩出露面积约800 km²。出露的沉积地层主要为中侏罗统罗岭组(J₂l)陆相碎屑沉积岩, 与火山岩系呈不整合接触。火山岩由老至新分为龙门院组、砖桥组、双庙

注: 本文为中国地质调查局大调查项目(编号1212010631701、1212010781015), “十一五”国家科技支撑计划项目(2009BAB43B02)及安徽五鑫矿业开发有限公司地质勘查项目(编号[2008]01)资助的成果。

收稿日期: 2011-02-19; 改回日期: 2011-04-15; 责任编辑: 郝祥国。

作者简介: 赵文广, 男, 1962年生。正高级工程师, 主要从事地质矿产勘查及研究工作。Email: wenguang62@163.com。

DOI: CNKI: 11-1951/P. 20110512. 0827. 007 网络出版时间: 2011-5-12 8:27:29

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.1951.P.20110512.0827.007.html>

组和浮山组,4组火山岩在空间上大致呈同心环状分布,自盆地边缘至盆地中心依次出露龙门院组、砖桥组、双庙组和浮山组,各组之间均为喷发不整合接触(任启江等,1991;周涛发等,2008),构成4个旋回。各旋回的火山活动均由爆发相开始,此后溢流相逐渐增多,最后以火山沉积相结束,喷发方式由裂隙—中心式向典型的中心式喷发演化。火山岩类由熔岩、碎屑熔岩、火山碎屑岩及次火山岩组成,火山碎屑岩的总量高于熔岩类。其中,龙门院组主要分布在盆地边缘,以角闪粗安岩为特征岩性标志;砖桥组主要分布在庐枞火山岩盆地中部,以辉石粗安岩为特征岩性标志,构成了庐枞盆地火山岩的主体部分;双庙组主要分布在庐枞盆地中部和南部,以粗面玄武岩为特征岩性标志(袁峰等,2008);浮山组仅在庐枞盆地中部零星分布,出露面积较小,以粗面质火山岩为主(图1)。

庐枞盆地内部有34个侵入岩体分布,侵入岩体的形成与区域火山活动有着极为密切的关系(图1),这些岩体按岩性可主要分为3种。一种为二长岩体,主要分布在盆地的北部,出露面积较大岩体有巴家滩岩体、龙桥岩体和罗岭岩体等;第二种为正长岩体,出露面积较大的岩体有土地山岩体、凤凰山岩体等;第三种为A型花岗岩,出露面积较大的岩体有城山岩体、花山岩体、黄梅尖岩体等(范裕等,2008;周涛发等,2010)。

2 矿床地质特征

泥河铁矿床位于庐枞火山岩盆地的北西边缘,处于罗河—黄屯北东向成矿带上,南西距罗河铁矿床3 km,北东距龙桥铁矿床13 km(图1)。

2.1 地层

矿区内地层由主要为下白垩统砖桥组(K_1z)和双庙组(K_1s)火山岩,杨湾组(K_1y)砂岩及第四系(Q)。

砖桥组分为上下两个岩性段,砖桥组下段(K_1z_1)主要为火山碎屑岩和沉火山碎屑岩,夹薄层粗安岩。岩性主要为含角砾凝灰岩、沉角砾凝灰岩、沉火山碎屑(角砾)岩和凝灰质粉砂岩等,通常遭受强烈蚀变作用,大部分岩石难以恢复原岩。总厚度大于562.75m。砖桥组上段(K_1z_2)以熔岩为主,夹少量火山碎屑岩,岩性主要为黑云母粗安岩、辉石粗安岩、凝灰岩和凝灰质粉砂岩,常发育不同程度的硅化、黄铁矿化和硬石膏化。总厚度大于212.52m。

双庙组分为上下两个岩性段,双庙组下段(K_1s_1)

均为火山碎屑岩及沉火山碎屑岩,呈喷发不整合覆盖在砖桥组层位之上,总厚度33.66~202.39m。双庙组上段(K_1s_2)以熔岩为主,夹少量火山碎屑岩。岩性主要为粗安岩、辉石粗安岩、辉石安山岩和凝灰质粉砂岩等,总厚度106.60~339.75m。

杨湾组主要岩性为红色砂砾岩,在矿区内较薄,厚度约1~118.88m,与下伏双庙组火山岩地层呈沉积不整合接触。

2.2 构造

矿区构造较为简单,主要为火山岩地层的单斜构造和成矿期后的浅层断裂。

矿区火山岩地层产状平缓,深部地层产状略有起伏,总体倾向北西,走向 $30^\circ\sim 50^\circ$,倾角一般 $10^\circ\sim 20^\circ$,火山岩地层整体未形成明显的褶皱,主体为向北西倾的单斜构造,层面较为平直,局部略有起伏,可能受火山活动时原始地形及后期辉石闪长玢岩侵位影响(图2)。

矿区规模较大的断裂有6条,主要为北东向、近南北向和北西向。断裂均为浅层断裂,切割一般不深,断层断距也较小,少数深度达到砖桥组上段,断裂活动使得矿区浅部火山岩地层发生错断和位移。断裂均未切割矿体,为成矿前断裂,发育于白垩系双庙旋回之后(图2)。

2.3 侵入岩

矿区侵入岩主要为辉石闪长玢岩和脉岩。辉石闪长玢岩为矿床主要成矿母岩及赋矿围岩,矿区辉石闪长玢岩常受强烈蚀变及矿化作用的改造而变得较难以识别,矿区外围和深部可见较新鲜的辉石闪长玢岩。脉岩主要有正长斑岩、粗安斑岩、安山玢岩、正长细晶岩和辉绿玢岩等,脉岩多为成矿期后形成,穿切火山岩地层和矿体(图2)。

辉石闪长玢岩呈灰绿色,斑状结构为主,深部为斑状-不等粒状结构(图4a),基质为细粒结构,块状构造。斑晶为斜长石、辉石(次透辉石—普通辉石),偶见角闪石。斜长石斑晶呈自形和半自形板条状,粒径1.0~2.0 mm,少量斜长石斑晶局部带碱性长石化环边,粒径可达3.0~5.0 mm。辉石斑晶为短柱状,粒径1.0~3.0 mm为主。斑晶含量约占20%~40%。基质由细小的斜长石和辉石组成。副矿物有榍石、磷灰石、磁铁矿。岩石内暗色矿物主要为辉石,含量为5%~30%不等。

2.4 矿化特征

2.4.1 矿体特征

本矿床是由磁铁矿体、硫铁矿体、硬石膏矿体组

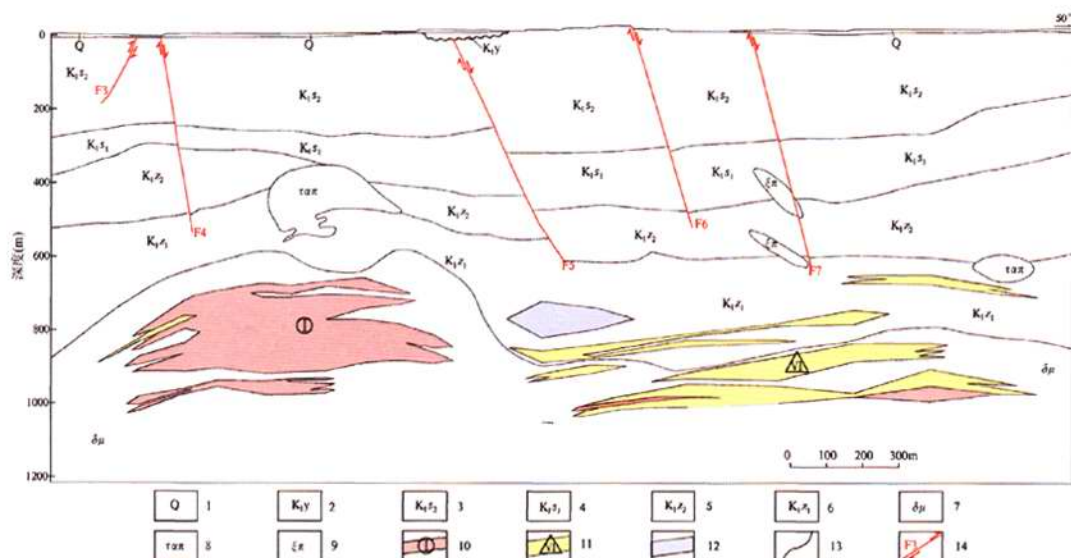


图2 泥河矿床1纵地质剖面图

Fig. 2 No. 1 geological section profile of Nihe deposit

1—第四系;2—杨湾组;3—双庙组上段;4—双庙组下段;5—砖桥组上段;6—砖桥组下段;7—辉石闪长玢岩;

8—粗安斑岩;9—正长斑岩;10—铁矿体;11—硫铁矿体;12—硬石膏矿体;13—地质界线;14—断裂

1—Quaternary;2—Yangwan Group;3—Upper member of Shuangmiao Group;4—Lower member of Shuangmiao Group;

5—Upper member of Zhuanqiao Group;6—Lower member of Zhuanqiao Group;7—Diorite porphyrite;8—Latite;9—Porphyry syenite;

10—Iron orebody;11—Pyrite orebody;12—Anhydrite orebody;13—Geological boundary;14—Fracture

硫铁矿体呈两种形态产出。一是产于辉石闪长玢岩体内,与磁铁矿矿体共生(图2),多呈似层状、透镜状分布。其中,产于矿区的南西部的这类硫铁矿体常穿插于铁矿体之中,多为小矿体;而在以硫铁矿为主的北东部则常包裹铁矿体,以Ⅵ号矿体为代表,长度最大1381m,平均为935m;宽度最大636m,平均351m;厚度最大87m,矿体平均厚37m(图2)。二是产于砖桥组下段火山岩中,这类硫铁矿体主要呈似层状分布于浅色蚀变带内(图2)。

硬石膏矿体独立产出,赋存于砖桥组下段地层中,矿体长度最大570m,宽度最大197m,厚度最大48m,分布在Ⅰ号矿体和Ⅳ号矿体之间(图2)。

2.4.2 矿石特征

(1)矿石矿物成分:泥河铁矿床矿石的矿物种类已知有40余种。金属矿物主要有磁铁矿和黄铁矿,其次有赤铁矿、菱铁矿和磁黄铁矿,还有少量的方铅矿、闪锌矿、黄铜矿、辉钼矿和磁赤铁矿等。非金属矿物主要有硬石膏、辉石、石英、钠长石、钾长石、碳酸盐矿物(方解石、白云石-铁白云石、菱镁矿)、高岭石、绿泥石、绿帘石,此外还有少量的石榴石、硅灰石、磷灰

石和榍石。矿床中主要矿物磁铁矿、黄铁矿、硬石膏、辉石和石英的矿物特征描述如下:

磁铁矿。是本矿床中最主要的有用金属矿物之一,按产状可分为浸染状和脉状(网脉状)两种。浸染状磁铁矿系交代成因,矿物结构多为细粒半自形至自形晶,晶形以八面体、菱形十二面体为主,粒度一般为0.01~0.50mm。脉状(网脉状)磁铁矿系交代-充填作用形成,常呈粗晶粒状,有时亦可呈梳状沿脉壁生成,矿物结构多为中粗粒半自形至自形晶结构和细粒半自形至自形晶结构。粗晶磁铁矿八面体裂理发育,沿裂理偶见钛铁矿固溶体分布,裂理内常见黄铁矿、碳酸盐交代充填。矿物粒度一般为0.1~2.0mm,局部粗者可达10~30mm以上。总体上,浸染状产出的磁铁矿通常粒度较细,脉状、网脉状产出磁铁矿颗粒较粗。随深度增大,不同产状的磁铁矿矿物颗粒均有由粗变细的趋势。

黄铁矿。是本矿床中分布最广泛的矿物之一,在各个成矿阶段均有发育。黄铁矿的形成可划分为4个阶段(表1),除晚期脉状充填阶段外,均形成工业矿体。

表 1 泥河矿床中黄铁矿世代及其特征表

Table 1 Characteristics and generation of pyrite in Nihe depoist

世代	黄铁矿的形成阶段	结构		构造	赋矿围岩	主要矿物共生组合	
		粒度(mm)	形态			金属矿物	非金属矿物
1	磁铁矿黄铁矿矿化阶段	0.01~1.0	自形、半自形、它形	浸染状、网脉状、脉状、块状、斑杂状	膏辉岩、闪长玢岩	黄铁矿、磁铁矿、局部磁黄铁矿	辉石、硬石膏、长石
2	石英碳酸盐黄铁矿化阶段	0.01~0.5	半自形、它形	浸染状、斑杂状	石英碳酸盐绿泥石化膏辉岩	黄铁矿磁铁矿、赤铁矿、菱铁矿	碳酸盐、绿泥石、石英
3	石英黄铁矿矿化阶段	0.01~0.2	半自形、它形	浸染状、稠密浸染状、变余层纹状	硅化火山碎屑岩	黄铁矿	石英
4	脉状碳酸盐硫酸盐阶段	0.01~1.0	自形—半自形	脉状、条带状	脉状穿插	黄铁矿磁铁矿、赤铁矿、菱铁矿	碳酸盐、绿泥石、石英

辉石。和磁铁矿关系密切,为矿床中的特征脉石矿物,岩心肉眼观察通常为深绿色,多为自形一半自形晶粒状、扁平柱状,锥面比较发育,垂直 C 轴的截面,与萤石截面相似,(100)面发育,(101)面不太发育。单偏光下无色至绿色,具多色性,部分辉石发育席列构造,铁质析出导致手标本显黑色或墨绿色。与辉石共生的矿物有磁铁矿、硬石膏、磷灰石等。辉石的粒度大小不一,通常为 0.1~2.5 mm,常显斑状结构,辉石后期又被叠加改造发生绿泥石化、绿帘石化和碳酸盐化等蚀变作用。

硬石膏。是矿床中分布最广泛的矿物,在各个成矿阶段均有发育。其形成可划分为 4 个阶段,即磁铁矿黄铁矿化阶段、石英碳酸盐黄铁矿化阶段、石英黄铁矿化阶段、脉状碳酸盐硫酸盐化阶段。各个

世代硬石膏的特征见表 2。硬石膏在磁铁矿黄铁矿化阶段大量产出,呈紫色板状或粗大它形晶体,可见聚片双晶,粒度为 0.5~2 mm。辉石、磁铁矿、钠长石、磷灰石、黄铁矿常呈筛孔状发育于硬石膏晶体内部,形成筛状变晶结构。具有工业意义的硬石膏矿体通常为白色细粒,外貌呈糖粒状,粒度 0.01~0.1 mm,少量呈浅紫色、浅红色,粒度稍大,约 0.1~0.5 mm。石英黄铁矿石中,硬石膏一般为白色、细粒糖粒状,粒度 0.01~0.1 mm,与黄铁矿共生,晚期的硬石膏产于碳酸盐重晶石硬石膏脉中,成肉红色、白色,与碳酸盐、重晶石,偶与少量的方铅矿和闪锌矿共生。硬石膏粒度大小不一,约 0.2~2 mm,多为板条状、梳状,集合体呈脉状产出,脉内形成条带状构造。

表 2 泥河矿床中硬石膏世代及其特征表

Table 2 Characteristics and generation of anhydrite in Nihe depoist

世代	硬石膏的形成阶段	结构		构造	围岩	主要矿物共生组合	
		粒度(mm)	形态			金属矿物	非金属矿物
1	磁铁矿黄铁矿化阶段	0.5~2	紫色粗粒板状、半自形-它形晶	浸染状	膏辉岩、闪长玢岩	磁铁矿、黄铁矿	碱性长石、更长石、辉石
2	石英碳酸盐黄铁矿阶段	0.5~2	白色中粗粒晶	块状、层纹状	石英碳酸盐绿泥石化膏辉岩	黄铁矿、赤铁矿、菱铁矿	石英、碳酸盐
3	石英黄铁矿阶段	0.01~0.1	白色细粒半自形、它形晶	浸染状、角砾状	强硅化黄铁矿化火山碎屑岩	黄铁矿	石英、高岭石、绢云母、水云母
4	脉状碳酸盐硫酸盐阶段	0.2~2	板条状、梳状粗大晶	脉状、条带状	脉状穿插于闪长玢岩、膏辉岩、火山岩中	黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、辉钼矿	碳酸盐、重晶石

石英。为矿床中分布广、数量多的脉石矿物,主要分布于浅色蚀变带(以次生石英岩带为主)及叠加蚀变带中。其形成可分为三个阶段,叠加蚀变阶段自深部至浅部,随叠加蚀变增强,依次形成石英-硬石膏-碳酸盐-绿泥石组合、石英-硬石膏-碳酸盐组合、石英-碳酸盐-菱铁矿组合。石英为粒状变晶

结构,不均匀分布;浅色蚀变阶段主要为石英黄铁矿组合,石英为细粒状变晶结构或呈玉髓状显放射纤维状变晶结构、粒状嵌晶结构,变余砂状或次生加大边结构,变余斑状结构,块状构造,角砾状构造,变余层理构造;晚期脉状碳酸盐硫酸盐阶段,石英与碳酸盐、硫酸盐构成脉体,石英为粗粒自形变晶结构,条

带状构造。

(2) 矿石结构构造: 矿石结构主要有自形-半自形粒状结构、他形粒状结构、交代假象结构和筛状结构, 其次为叶片状变晶结构、格纹状结构、束状变晶结构、填隙结构、共边结构和碎裂结构等。矿石构造主要有浸染状构造、块状构造、斑杂状构造、细脉浸染状构造, 其次有网纹状构造、条带状构造、角砾状构造、变余层纹状构造等。矿石的主要结构构造简述如下:

自形-半自形粒状结构。磁铁矿多呈八面体或菱形十二面体自形-半自形粒状, 黄铁矿部分呈立方体自形-半自形粒状。

他形粒状结构。部分磁铁矿、黄铁矿及黄铜矿、磁黄铁矿、方铅矿、闪锌矿呈粒状、不规则状或填隙状分布于脉石间。

交代假象结构。磁铁矿为赤铁矿或菱铁矿交代而保留磁铁矿外形及磁铁矿八面体裂理。其次有少量黄铁矿亦可呈磁铁矿假象, 赤褐铁矿沿辉石边缘及解理交代后也可形成交代假象结构。

筛状结构。磁铁矿呈细小的自形-半自形晶被包裹于硬石膏板状晶体中, 磁铁矿有如“筛孔”。脉石矿物辉石、磷灰石、碱性长石均可见此种结构。

块状构造。块状构造矿石矿物集合体含量占矿石总量的50%以上。矿石呈致密块状, 为富矿矿石的主要构造, 磁铁矿、黄铁矿磁铁矿、赤铁矿磁铁矿、磁黄铁矿黄铁矿磁铁矿、磁黄铁矿黄铁矿、黄铁矿等矿石类型均见有块状构造, 大多数与稠密浸染状构造为渐变关系或发育于大脉状矿体中, 硬石膏矿石均为块状构造。

浸染状构造。为本矿床最常见的构造类型, 金属矿物在矿石中呈稀疏或稠密浸染状产出, 依据矿石矿物含量 $<5\%$ 、 $5\% \sim 25\%$ 、 $25\% \sim 50\%$ 依次称为星散浸染状构造、稀疏浸染状构造、稠密浸染状构造。

细脉浸染状构造。主要见于铁矿体下部, 磁铁矿呈细脉状分布于膏辉岩或膏辉岩化闪长玢岩内, 脉体宽度以 $5 \sim 30 \text{ mm}$ 为主, 磁铁矿脉浸染状分布于脉石中。

斑杂状构造。为一种不均匀浸染状矿石, 矿石矿物呈不均一斑块状分布, 或称为团块状构造, 为铁矿石较常见的构造类型。

2.5 围岩蚀变

矿床围岩蚀变十分强烈, 分布范围广, 蚀变类型多。主要有膏辉岩化, 黄铁矿化, 硬石膏化, 硅化, 泥化等。围岩蚀变在水平方向具成层性, 在垂向上具

分带性(图3)。按蚀变矿物组合特征和蚀变带形成的先后顺序, 自下而上可分为深色蚀变带、浅色蚀变带和叠加蚀变带。

(1) 深色蚀变带: 主要产于辉石闪长玢岩体内部, 为铁、硫矿体的近矿围岩蚀变带。蚀变带顶界分布标高 $-579 \sim -1151 \text{ m}$, 该蚀变带底部界线尚未被钻孔控制。主要矿物有磁铁矿、辉石、硬石膏、石榴子石、碱性长石、斜长石、磷灰石和少量黄铁矿等。按蚀变矿物组合可进一步划分两个蚀变岩亚带, 即碱性长石化蚀变亚带和膏辉岩(硬石膏-辉石)化蚀变亚带。

碱性长石化蚀变亚带: 碱性长石化蚀变亚带是矿床中最深部的蚀变带, 发育标高在 -900 m 之下。蚀变岩石由碱性长石、辉石、硬石膏和斜长石等组成, 局部发育榍石、磷灰石和金云母。蚀变岩为细一中粗粒粒状变晶结构、变余斑状结构, 斜长石往往被碱性长石交代(图4b)。该蚀变亚带的出现预示着磁铁矿化的结束。

膏辉岩化蚀变亚带: 膏辉岩化蚀变亚带发育于闪长玢岩内, 标高一般在 -579 m 之下, 蚀变亚带厚 $21 \sim 455 \text{ m}$, 平均厚度 225 m 。该蚀变带岩石主要由透辉石、硬石膏、磁铁矿、石榴石、磷灰石等矿物构成, 其中透辉石、硬石膏是基本矿物, 其余则不均匀出现。蚀变岩结构构造为块状、斑杂状构造, 粒状变晶结构。膏辉岩化强烈的闪长玢岩转变为膏辉岩, 此时往往只有透辉石和硬石膏两种矿物, 辉石呈自形极好的颗粒, 均匀或不均匀地散布在较大的硬石膏晶体之中(图4c), 这种结构主要发育在膏辉岩化的中心地带。

(2) 叠加蚀变带: 主要发育在深色蚀变带的上部, 该蚀变带的顶界面标高 $-532 \sim -971 \text{ m}$, 厚度 $13 \sim 294 \text{ m}$, 平均厚度 95 m 。该蚀变带以岩石碳酸盐化蚀变普遍, 磁铁矿局部发生赤铁矿化、菱铁矿化和铁碧玉化为明显特征。主要特征矿物为赤铁矿、菱铁矿、方解石和白云石等, 其次还有硬石膏、绿泥石、高岭石和石英等。该蚀变带中岩石往往保留细粒膏辉岩的残余结构, 故实际上是膏辉岩水解变质带。膏辉岩化蚀变岩中的辉石通常被绿泥石、碳酸盐等交代, 而保留辉石晶形假象(图4d)。其中硬石膏已由紫色变为灰白色, 辉石已分解为铁镁碳酸盐, 并为赤铁矿和黄铁矿、高岭石、石英所交代。磁铁矿颗粒已赤铁矿化或菱铁矿化。随着水解程度的不同, 矿物组合亦发生变异, 因此这是一个矿物成分多变的蚀变带。

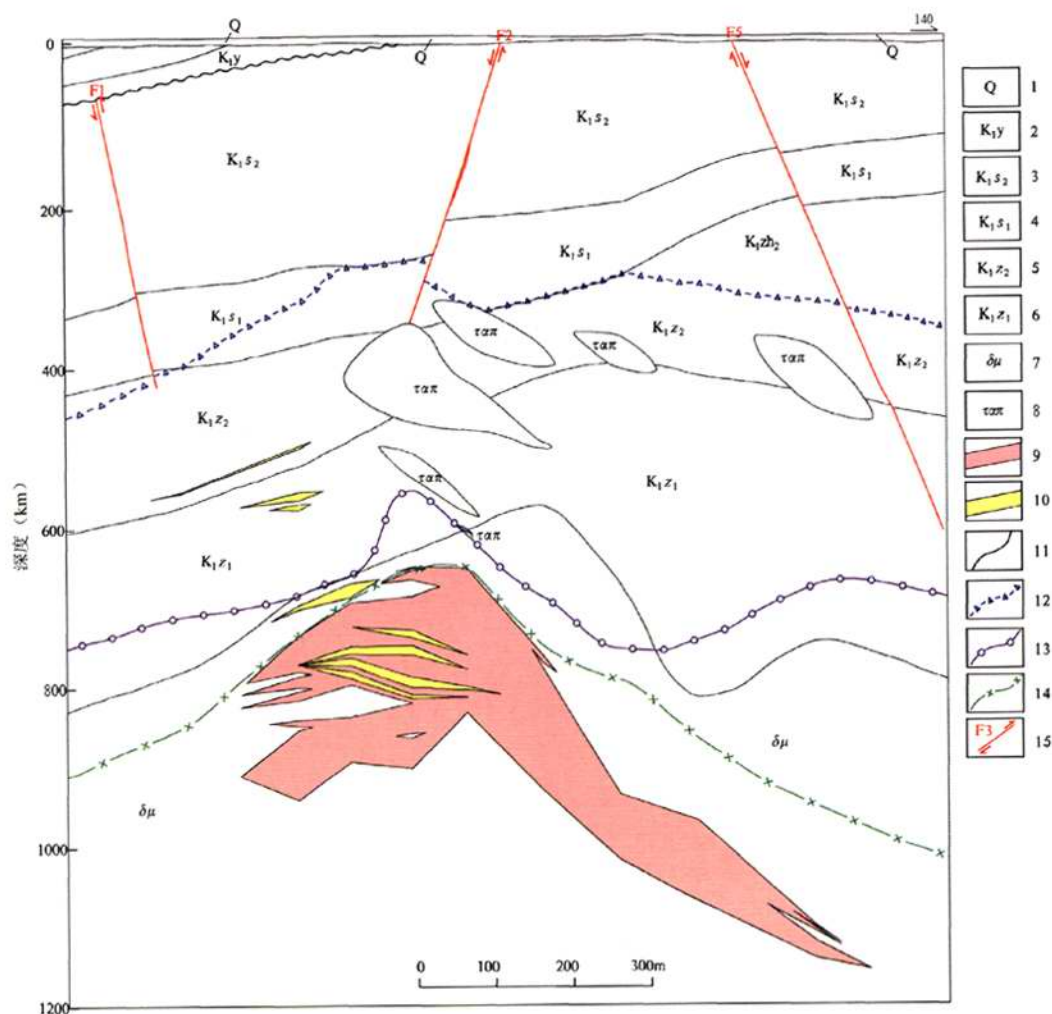


图3 泥河铁硫矿床围岩蚀变分带图

Fig. 3 Alteration zone of Nihe iron deposit

1—第四系;2—杨湾组;3—双庙组上段;4—双庙组下段;5—砖桥组上段;6—砖桥组下段;7—辉石闪长玢岩;8—粗安斑岩;9—铁矿体;

10—硫铁矿体;11—地质界线;12—浅色蚀变带顶部界线;13—叠加蚀变带顶部界线;14—深色蚀变带顶部界线;15—断裂

1—Quaternary;2—Yangwan Group;3—upper member of Shuangmiao Group;4—lower member of Shuangmiao Group;5—Upper member of Zhuanqiao Group;6—Lower member of Zhuanqiao Group;7—diorite porphyrite;8—latite;9—iron orebody;10—pyrite orebody;11—geological boundary;12—upper boundary of light color alteration zone;13—upper boundary of superimposed alteration zone;14—upper boundary of dark color alteration zone;15—fracture

(3) 浅色蚀变带:主要发育在辉石闪长玢岩体外接触带的砖桥组下段火山岩中(部分发育在砖桥组上段火山岩中)。蚀变带顶界分布标高 -198.99 ~ -578.71m, 厚度 179.90 ~ 571.26m, 平均厚度 377.11m; 主要蚀变矿物组合为高岭石、水云母、地开石、石英、绢云母、白色或浅肉红色糖粒状硬石膏。按蚀变矿物组合可进一步划分 3 个蚀变岩亚带, 即水云母—高岭石化蚀变亚带、次生石英岩化蚀变

带和硬石膏化蚀变亚带。

硬石膏化蚀变亚带:分布在次生石英岩化蚀变亚带下部,与次生石英岩化蚀变亚带可交替出现或为渐变过渡接触关系,硬石膏化蚀变亚带发育在 -700m 标高以下,典型岩石多呈灰色、灰白色,主要蚀变矿物为白色或浅肉红色糖粒状硬石膏,次要矿物为石英和高岭石,局部硬石膏富集成硬石膏矿体。

次生石英岩化蚀变亚带:次生石英岩化蚀变亚带发育在-300m 标高以下,该蚀变带岩石是以石英为主要矿物,典型岩石多呈灰色、灰白色,呈块状,具交代假象结构或粒状变晶结构,矿物组合主要为石英,次要矿物有白色或浅肉红色糖粒状硬石膏、高岭石和黄铁矿。该蚀变带局部发育有黄铁矿和黄铜矿化,矿化强烈地段形成硫铁矿体。硅化强烈地段形成次生石英岩。

水云母—高岭石化蚀变亚带:为最浅的蚀变带,主体部分呈不规则、似层状产于次生石英岩化蚀变亚带之上,顶界分布标高 -198.99~-578.71m,其下部与次生石英岩化蚀变亚带可交替出现或为渐变过渡接触关系。蚀变岩石呈灰色,局部也见有灰绿色,鳞片变晶结构、变余结构,变余层理构造、块状

构造。主要矿物为高岭石、水云母、地开石和绢云母,次为碳酸盐、硬石膏、明矾石和石英。自上而下高岭石含量有增加趋势,水云母含量呈减少趋势。

2.6 矿化期及矿化阶段

根据详细的野外地质观测和镜下鉴定结果,并根据矿物的生成世代、交生关系及围岩蚀变与矿化之间关系等综合研究,本矿床的形成可以划分为两个成矿期,分别为热液期和表生期(表 3)。热液期划分为四个成矿阶段,分别为磁铁矿黄铁矿化阶段、石英碳酸盐黄铁矿化阶段、石英黄铁矿化阶段、脉状碳酸盐硫酸盐阶段。磁铁矿黄铁矿化阶段形成磁铁矿、黄铁矿、磁黄铁矿及深色蚀变,形成本矿床主要铁、硫矿体;石英碳酸盐黄铁矿化阶段,早先形成的辉岩被石英、碳酸盐、绿泥石、硬石膏交代,形成黄

表 3 泥河矿床矿物生成顺序表

Table 3 Mineralization epoch and paragenesis diagram of Nihe deposit

成矿期 成矿阶段 蚀变作用 矿 物 名 称	热 液 期				表生期
	磁铁矿 黄铁矿化阶段 深色蚀变	石英碳酸盐 黄铁矿化阶段 叠加蚀变	石英黄铁 矿化阶段 浅色蚀变	脉状碳酸盐 硫酸盐阶段 脉状蚀变	褐铁 矿化阶段
辉 石					
钙铁榴石					
硬 石 膏					
磁 铁 矿					
钠 长 石					
钾 长 石					
金 云 母					
榍 石					
磷 灰 石					
石 英					
硅 灰 石					
绿 泥 石					
方 沸 石					
纤 闪 石					
赤 铁 矿					
方 解 石					
铁白云石					
白 云 石					
菱 铁 矿					
黄 铁 矿					
磁黄铁矿					
黄 铜 矿					
方 铅 矿					
镜 铁 矿					
辉 钼 矿					
绢 云 母					
水 云 母					
高 岭 石					
重 晶 石					
明 矾 石					
石 膏					
透 石 膏					
铁 碧 玉					
褐 铁 矿					
纤 铁 矿					
针 铁 矿					
正 长 石					

铁矿、菱铁矿、赤铁矿、硬石膏矿化,并对早期铁、硫矿化叠加改造,铁矿体中磁铁矿为菱铁矿、赤铁矿交代,铁矿石磁性铁贫化;石英黄铁矿化阶段形成次生石英岩、热液粘土岩、绢云母—水云母岩,形成本矿床上部似层状黄铁矿矿体;脉状充填阶段主要形成硬石膏、碳酸盐、重晶石脉,局部伴有铅锌矿化。表生期形成上部火山岩内褐铁矿矿化。

浸染状磁铁矿化出现较早,脉状磁铁矿穿插浸染状磁铁矿(图4e),形成相对较晚;磁黄铁矿化出现较早(图4f),与浸染状磁铁矿化和早期黄铁矿化近同期出现,形成磁黄铁矿黄铁矿磁铁矿石;黄铁矿化延续时间长,晚期黄铁矿交代磁铁矿形成黄铁矿磁铁矿石;赤铁矿化和菱铁矿化出现较晚,赤铁矿和菱

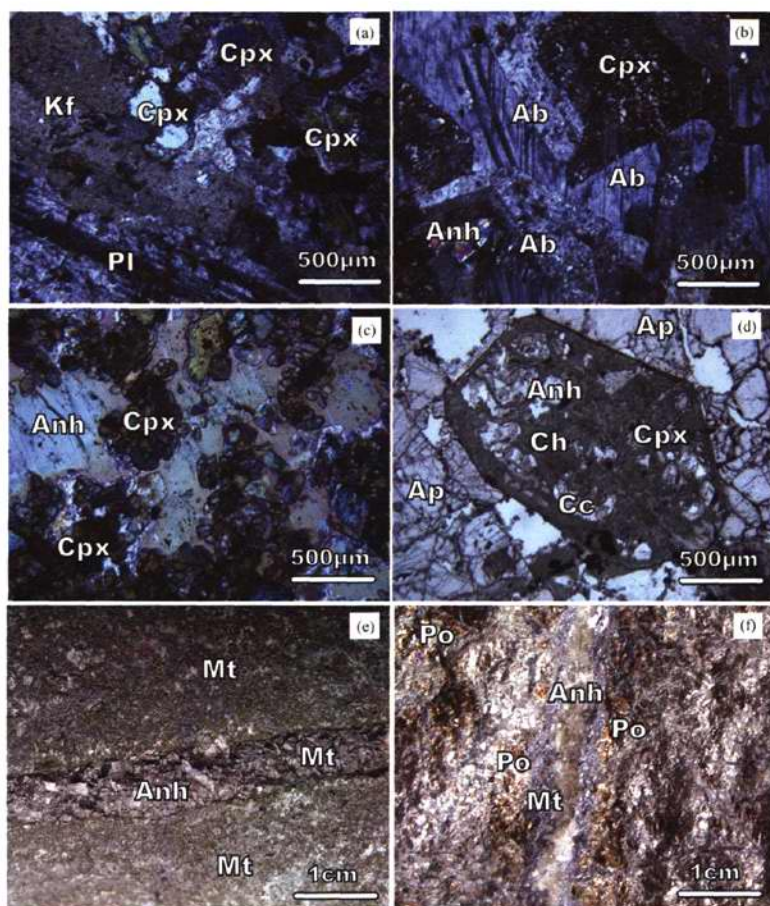


图4 泥河矿床岩石手标本及镜下照片

Fig. 4 Photomicrographs and photo of diorite porphyrite, ore and alteration rock from Nihe deposit

(a)一闪光岩:斑状—不等粒结构,斑晶为斜长石(Pl),可见聚片双晶,基质为微晶斜长石(Pl)辉石(Cpx);(b)一碱性长石化闪光岩:不等粒—斑状结构,斜长石(Pl)被钠长石(Ab)交代,聚片双晶消失,局部辉石(Cpx)被硬石膏(Anh)交代;(c)一硬石膏辉石岩(辉岩):辉石(Cpx)柱粒状晶体呈筛孔状分布于硬石膏(Anh)颗粒间;(d)一绿泥石化碳酸盐硬石膏辉石岩:辉石(Cpx)被碳酸盐(Cc)、绿泥石(Ch)交代,保留辉石晶形假象,磷灰石(Ap)与透辉石边界规则;(e)一较粗粒的磁铁矿(Mt)呈不规则脉状穿切早期形成的浸染状磁铁矿;(f)一磁铁矿(Mt)和硬石膏(Anh)呈共生脉状穿切早期形成的磁黄铁矿(Po)和黄铁矿(Py)

(a)一Diorite porphyrite; porphyry texture, phenocryst is plagioclase (Pl) with synneusis twin, matrix is microlite plagioclase (Pl) and pyroxene (Cpx); (b)一Diorite porphyrite altered by alkali feldspar; porphyry texture, plagioclase (Pl) is altered by albite (Ab) and pyroxene (Cpx) is altered by anhydrite (Anh); (c)一Anhydrite-pyroxene rock; pyroxene (Cpx) column crystal disseminated between the grain of Anhydrite (Anh); (d)一Anhydrite-pyroxene rock altered by chlorite and carbonate; pyroxene (Cpx) is altered by carbonate (Cc), chlorite (Ch) and the crystal of pyroxene is preserved; (e)一Fine grain magnetite (Mt) in vein cut cross former disseminated magnetite; (f)一Magnetite (Mt) and anhydrite (Anh) coexist in vein and cut cross former pyrrhotite (Po) and pyrite (Py)

铁矿常交代磁铁矿和黄铁矿;铅锌矿化和辉钼矿化较晚,常发育在蚀变破碎带中;黄铜矿化形成也较晚,大部分与浅色蚀变带中的胶状黄铁矿化相伴出现,为星点状,少部分沿裂隙或破碎带分布。

3 矿床地球化学特征

3.1 矿石化学成分特征

泥河铁矿矿石的化学成分主要有 Fe 、 S 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 TiO_2 、 CaO 、 MgO 、 MnO 、 V_2O_5 、 P_2O_5 以及 Cu 、 Zn 、 Pb 、 Co 、 Ni 、 Li 等微量元素。其中铁矿石中主元素 TFe 最高 69.00%, mFe 最高为 65.19%, 平均 TFe 29.96%, mFe 21.07%, S 6.40%, Si 3.80%, TFe 、 mFe 主要集中在 15%~40%、12%~30% 区间。铁矿石本身为高硫、高磷矿石,含磷、钒、钛、钴、铜、锌等有益有害组分。本矿床铁矿石含磷普遍较高,磷主要赋存在磷灰石中,空间上主要分布于勘探区主矿体边部及周围小矿体中,部分矿体中 P_2O_5 平均含量在 1.07%~3.70%。 V_2O_5 在多数矿体含量低于 0.15%,部分矿体平均含量在 0.15%~0.19% 之间。硫铁矿中 Co 普遍含量较高,多数矿体中 Co 达到综合评价的标准,含 Co 量多在 0.01%~0.015% 之间。矿床中铜矿化较微弱,少量铜与铅锌共生,分布于晚期碳酸盐和硫酸盐脉中,构成独立脉状铜(铅锌)矿体,可以单独圈定矿体;此外在部分硫铁矿石中以伴生组分产出,含铜矿物黄铜矿与黄铁矿、磁黄铁矿共生,含量在 0.1% 左右。

3.2 单矿物化学成分特征

3.2.1 磁铁矿的化学成分特征

对早晚两个世代的磁铁矿单矿物进行化学分析,得到磁铁矿的主量元素特征(表 4),从表 4 中可见,矿床中各类型磁铁矿中 Fe_2O_3 和 FeO 含量均低于矿物理论值($\text{Fe}_2\text{O}_3 = 68.94\%$, $\text{FeO} = 31.06\%$),并含有 Ti 、 V 、 Mn 、 Al 、 Mg 、 Cr 、 Co 等多种微量元素,其中 Ti 、 V 含量较高。

磁铁矿中的 LnAl_2O_3 、 LnTiO_2 与 Fe_2O_3 常呈反消长关系,其相关曲线近似于抛物线的后半节,依曲线形态及变化特点可分为 A、B、C 三个区域(林师整等,1982),分别代表三种不同类型矿床中产出的磁铁矿(图 5)。本矿床中磁铁矿投影点群主要位于 LnH_2O_3 - Fe_2O_3 相关点阵图的 B 区,少量位于 A 区, LnAl_2O_3 - Fe_2O_3 相关点阵图 B 区,少部分位于 A 区和 C 区,属于火山岩型磁铁矿。

3.2.2 辉石的化学成分特征

为了查明泥河矿床中辉石的种类,选取矿床中

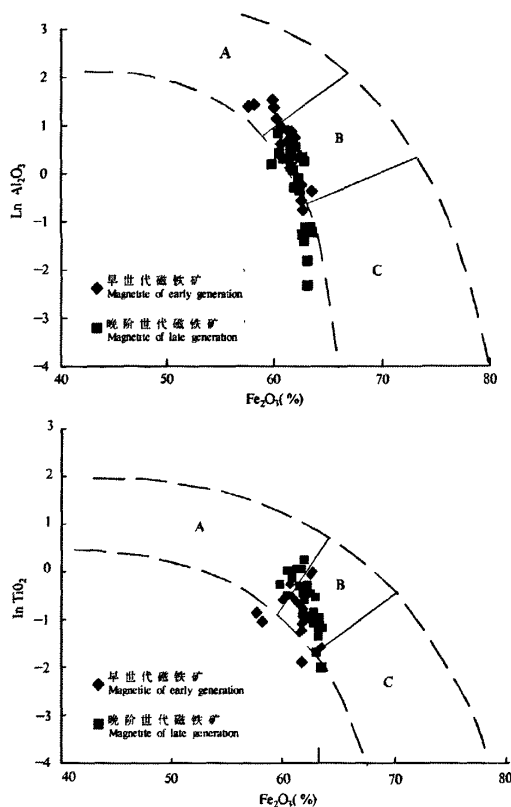


图 5 泥河矿床中磁铁矿 Fe_2O_3 - Al_2O_3 、 Fe_2O_3 - TiO_2 相关关系图解

Fig. 5 Fe_2O_3 - Al_2O_3 、 Fe_2O_3 - TiO_2 diagram of magnetite in Nihe deposit

A 区—岩浆型矿床中磁铁矿的投影区域;B 区—火山岩型磁铁矿的投影区域;C 区—接触交代型和沉积变质型矿床中磁铁矿投影区域

A district—magnetite in magmatic deposit; B district—magnetite in volcanic deposit; C district—magnetite in skarn and metagenesis deposit

不同类型和产出特征的代表性辉石样品进行主量元素分析,并通过辉石主量元素计算出辉石端元组分比例,计算结果如表 5 所示。将结果投影在 Wo - En - Fs 分类图上(图 6),表明本矿床辉石均为含 1%~2% 钙辉石分子的次透辉石。不同蚀变组合带及深度产出的辉石在化学成分上有一定的差异,其中比较显著的是上部硅灰石—辉石—硬石膏—石榴石组合带辉石 Wo (硅灰石)分子含量较高,为富 Wo 分子的铁次透辉石。硬石膏—辉石组合带、长石—辉石组合带辉石成分一致,均为次透辉石。

4 矿床成因分析

4.1 控矿因素分析

辉石闪长玢岩穹状构造是矿区最重要的控矿构造。

辉石闪长玢岩体侵位于砖桥组下段($K_1 z_1$)火山岩地层中,在侵入体顶部形成穹状隆起,矿区西南部的呈钟状隆起,在矿区东北部呈宽缓隆起,两隆起连接的长轴方向与矿体走向近于一致。

表 4 泥河铁矿床中磁铁矿化学成分表
Table 4 Chemical characteristic of magnetite of Nihe deposit

磁铁矿	样品数	测点数	化学成分(%)									
			TFe	Fe ₂ O ₃	FeO	TiO ₂	V ₂ O ₅	Al ₂ O ₃	MnO	MgO	CoO	Cr ₂ O ₃
早世代	10	27	69.22	61.48	27.70	2.01	0.40	0.50	0.53	0.38	0.16	0.04
晚世代	10	27	70.19	62.04	27.95	1.03	0.30	0.61	0.49	0.34	0.14	0.06
全矿床	20	54	69.70	61.76	27.82	1.52	0.35	0.56	0.51	0.36	0.15	0.05

表 5 泥河矿床中辉石端元组份计算结果表
Table 5 Chemical characteristic of pyroxene of Nihe deposit

类别	I		II		
岩性	青榴岩	辉辉岩	辉辉岩	辉辉岩	更长石辉石岩
位置	ZK0101-594	ZK1101-763	ZK0101 890	ZK0501-935	ZK0501-1096
Wo	51.25	48.03	48.18	48.36	47.91
En	16.54	31.57	32.18	29.83	31.44
Fs	29.95	19.04	18.56	20.50	19.15
Ac	2.26	1.36	1.07	1.31	1.50

磁铁矿体主要分布在辉石闪长玢岩侵穹隆的顶部和上部,少量脉状磁铁矿体分布在围岩中,赋矿的有利构造部位为辉石闪长玢岩体的穹状隆起部位,磁铁矿体的形态变化特征与辉石闪长玢岩穹状隆起及变化特征相一致,反应出岩体侵入构造对矿体的控制作用。

体主要赋存于岩体顶界面附近,说明主要铁、硫矿体受岩体上侵形成的放射状、羽状裂隙控制。

火山岩地层的层位对矿化的控制作用。泥河铁矿主体赋存在侵位于砖桥组下段以火山碎屑岩为主的层位中,其顶板往往是凝灰岩和凝灰质粉砂岩等岩层,这类岩石粒度细、孔隙少,对热能的屏蔽作用相对较好,使蚀变和矿化作用处于封闭的环境中(黄清涛等,1989)。

泥河铁矿是以热液交代为主,继而叠加矿液充填的矿床。脉状磁铁矿穿插于浸染状磁铁矿矿石中,界线清晰截然,先后关系十分明显。成矿流体跟辉石闪长玢岩次火山体关系密切,磁铁矿体在空间上受其控制,在时间上是火山活动的延续(宁芜研究项目编写小组,1978)。

基底断裂和火山机构控制了岩浆和成矿带的分布,庐枞火山岩盆地铁成矿带呈北东向,可能与罗河-缺口断裂有一定的关系。

4.2 成因探讨

关于泥河铁矿的成因,目前研究工作尚在进行中,但通过与宁芜地区铁矿床的对比,初步认为属同一成因类型,即玢岩型铁矿床。以下从成矿地质背景、赋矿围岩及控矿构造、蚀变分带及矿化特征几个方面进行对比分析。

(1)成矿地质背景:庐枞火山岩盆地和宁芜火山岩盆地均为晚侏罗世一早白垩世形成,呈北东 50°方向展布,两者均位于下扬子沿江火山岩带上,具有一定的成因联系。四个火山喷发旋回基本可以对应(周涛发等,2008,Zhou et al,2011),其直接基底同为早中侏罗世的一套碎屑岩建造。与铁矿有直接成因联系的也均为次火山体——辉石闪长玢岩。

(2)蚀变分带:泥河铁矿自上而下分为浅色蚀变带-叠加蚀变带-深色蚀变带,宁芜地区为浅色蚀变

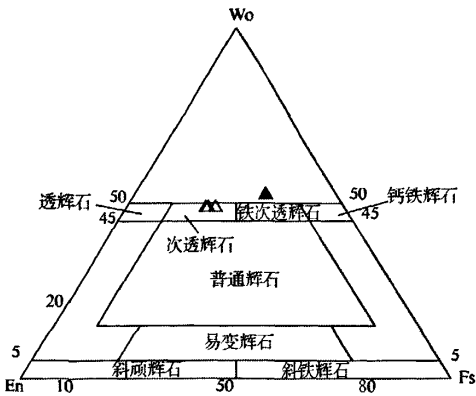


图 6 辉石 Wo-En-Fs 分类图解(据王濮(1984)修改)
Fig. 6 pyroxene Wo-En-Fs diagram
(modified from Wang(1984))

I 号铁矿体均分布于钟状隆起部位,VI 号硫铁矿体分布于宽缓穹隆部位。从赋矿深度看,铁、硫矿

带-深色蚀变带-浅色蚀变带。其上部的浅色带蚀变特征和矿物组合基本相同,都为硅铝质蚀变;泥河铁矿的深色带分为两个亚带,即上部的辉岩化带和下部的碱性长石化带,对应于宁芜地区的深色带(铁、镁、钙质蚀变带)和下部的浅色带(碱质带)。也可能是叠加蚀变的程度不同,造成宁芜地区的深色蚀变带与泥河铁矿有些差异,但还是可以见到透辉石-硬石膏-硅灰石等矿物组合。

(3)矿化特征:泥河铁矿主体即I号铁矿体,其矿化特征与陶村式铁矿较为相似,磁铁矿呈浸染状分布于蚀变辉石闪长玢岩中,叠加的后期脉状和不规则团块状磁铁矿以及9线ZK0901等孔所见的角砾状磁铁矿,也与陶村式矿床顶部的矿化特征相似。综上所述,泥河铁矿的成矿地质条件、控矿因素、矿体特征、矿床成因等均与宁芜铁矿基本一致,主要是由次火山岩体分异所产生的含矿气成高温热液在辉石闪长玢岩侵位形成的穹隆构造及其附近进行交代和充填作用形成工业矿体,相当于宁芜玢岩铁矿中的“陶村式”,其成因类型为玢岩型铁、硫矿床。

5 结论

(1)矿区内火山熔岩主要为砖桥组和双庙组火山岩,侵入岩主要为辉石闪长玢岩。矿床的形成与辉石闪长玢岩关系密切,铁矿体形态受闪长玢岩穹隆控制。

(2)矿床内近矿围岩自下而上可分为深色蚀变带、叠加蚀变带和浅色蚀变带。深色蚀变带按蚀变矿物组合可进一步划分为辉岩化蚀变亚带和碱性长石化蚀变亚带。浅色蚀变带按蚀变矿物组合可进一步划分为水云母-高岭石化蚀变亚带、硅化蚀变亚带和硬石膏化蚀变亚带。

(3)本矿床的形成可以划分为两个成矿期,分别为热液期和表生期。热液期划分为四个成矿阶段,分别为磁铁矿黄铁矿化阶段、石英碳酸盐黄铁矿化阶段、石英黄铁矿化阶段、脉状碳酸盐硫酸盐阶段。

(4)矿床中不同类型磁铁矿的化学成分特征相似,均为属于火山岩型磁铁矿,矿床中不同蚀变组合带及深度产出的辉石在化学成分上有一定的差异,总体上属于次透辉石端员。

(5)泥河铁矿的成矿地质条件、控矿因素、矿体特征和矿床成因等均与宁芜盆地陶村式铁矿基本一致,是由次火山岩体分异所产生的含矿气成高温热液在辉石闪长玢岩侵位形成的穹隆构造及其附近进行交代和充填作用形成矿体,其成因类型类似于宁

芜盆地陶村式铁矿床的玢岩型铁矿床。

致谢:本文主要根据安徽五鑫矿业开发有限公司提交的《安徽省庐江县泥河铁矿勘探报告》项目成果编写而成,是参与该项目工作的所有人员的共同成果。泥河铁矿的找矿与勘查工作,始终得到了中国地质调查局、安徽省国土资源厅、安徽省地质矿产勘查局、中国五矿集团及五鑫矿业开发有限公司以及安徽地质调查院等单位领导、专家的关心和支持。同时得到了常印佛院士的关心和指导;安徽省地勘局327队汪祥云教授级高工一直参与了项目工作;合肥工业大学周涛发教授、袁峰教授对本文提出了宝贵的修改意见。在此一并致谢!

参考文献

- 常印佛,刘湘培,吴言昌.1991.长江中下游铜铁成矿带.北京:地质出版社:1~256.
- 董树文,张岳桥,龙长兴,杨振宇,季强,王涛,胡建民,陈宜华.2007.中国侏罗纪构造变革与燕山运动新诠释.地质学报,81(11):1449~1461.
- 范裕,周涛发,袁峰,钱存超,陆三明, Cooke D.2008.安徽庐江枞阳地区A型花岗岩的LA-ICP MS定年及其地质意义.岩石学报,24(8):1715~1724.
- 黄清涛,尹恭沛.1989.安徽庐江罗河铁矿.北京:地质出版社:1~287.
- 林师整.1982.磁铁矿矿物化学,成因及演化的探讨.矿物学报,4(2):115~124.
- 吕庆田,侯增谦,杨竹森,史大年.2004.长江中下游地区的底侵作用及动力学演化模式:来自地球物理资料的约束.中国科学:D辑,34(9):783~794.
- 毛景文,杜安道,周涛发,梅燕雄,李永峰,藏文栓,李进文.2004.长江中下游地区铜金(钼)矿Re-Os年龄测定及其对成矿作用的指示.地质学报,78(1):121~131.
- 宁芜研究项目编写小组.1978.宁芜玢岩铁矿.北京:地质出版社:1~222.
- 任启江,刘孝善,徐兆文.1991.安徽庐山中生代火山构造带地及其成矿作用.北京:地质出版社:1~191.
- 唐永成,吴言昌,储国正.1998.安徽沿江地区铜金多金属矿床地质.北京:地质出版社:1~368.
- 袁峰,周涛发,范裕,陆三明,钱存超,张乐骏,段超,唐敏慧.2008.庐枞盆地中生代火山岩的起源,演化及形成背景.岩石学报,24(8):1691~1702.
- 王灏.1984.系统矿物学.北京:地质出版社:1~225.
- 崔裕生,姚书振,林新多.1992.长江中下游地区铁铜(金)成矿规律.北京:地质出版社:1~210.
- 周涛发,岳书仓.2000.长江中下游两个系列铜、金矿床及其成矿流体系统的氢、氧、硫、铅同位素研究.中国科学(D辑),30(12):122~128.
- 周涛发,范裕,袁峰,陆三明,尚世贵, Cooke DR, Meffre S, 赵国春.2008.安徽庐枞(庐江-枞阳)盆地火山岩的年代学及其意义.中国科学(D辑),38(11):1342~1353.

Zhou TF, Fan Y, Yuan F, Zhang LJ, Qian B, Ma L, Yang XF, Cooke
DR. 2011. Geochronology and significance of volcanic rocks in

the Ning-Wu Basin of China. *Science China (Earth Sciences)*, 54
(2): 185~196.

Geological Characteristics and Genesis of the Nihe Fe-S deposit, Lujiang Country, Anhui Province

ZHAO Wenguang¹⁾, WU Mingan¹⁾, ZHANG Yiyong^{1,2)}, WANG Keyou¹⁾,
FAN Yu³⁾, WANG Longyun¹⁾, WEI Guohui¹⁾, CHE Yingdan¹⁾

1) *Institute of Geological Survey of Anhui Province, Hefei, 230001;*

2) *China University of Geosciences, Wuhan, 430074;*

3) *Hefei University of Technology, Hefei, 230009*

Abstract

Nihe Fe-S deposit is located in northwest of the Luzong volcanic basin on the metallogenic belt along the Middle-Lower reaches of Yangtze River, with Fe and S reserves up to the large scale and anhydrite reserves up to middle scale. It is one of the key breakthroughs in ore exploration and of great academic significance and exploration value. The main strata in the Nihe mine district are andesitic volcanic rocks and clastic rock of the Zhuangqiao Formation and Suangmiao Formations, while the main intrusive rock is pyroxene diorite porphyrite. Lenticular magnetite ore bodies occur as lens at top of the diorite porphyrite dome, and the lenticular and stratiform pyrite and anhydrite ore bodies occur in the Zhuangqiao Formation volcanic rocks. The metallic minerals are magnetite and pyrite and the main gangue minerals are anhydrite, pyroxene and quartz. The ore is characterized by magnetite-anhydrite-pyroxene assemblage. The ore structures mainly include massive structure and disseminated structure. The ore texture includes euhedral-subhedral granular texture, anhedral granular texture, metasomatic pseudomorph texture, and sieve texture. The alteration in the Nihe iron deposit can be divided into melanocratic alteration zone, hybrid alteration zone and leucocratic alteration zone from top to bottom. The main alteration types include anhydrite-pyroxene alteration, pyrite alteration, siliceous alteration and argillation alteration. The formation of the Nihe iron deposit can be divided into four stages, magnetite-pyrite stage, quartz-carbonate-pyrite stage, quartz-pyrite stage, and carbonate-sulfate stage. Based on the geological characteristics of the Nihe iron deposit and comparison with the porphyry iron deposit in the Ningwu volcanic basin, the Nihe iron deposit has closely relationships with the pyroxene diorite porphyrite, and belongs to the "Taocun type" porphyry iron deposit.

Key words: Luzong volcanic basin; Nihe iron deposit; Pyroxene diorite porphyrite; porphyry iron deposit