



秘鲁阿雷基帕省邦沟矿区铁铜矿床地质特征 及成因探讨*

徐洪岩, 万中杰, 胡庆辉, 董银峰, 王晓光, 于强, 王群

(山东省第四地质矿产勘查院, 山东 潍坊 261021)

邦沟铁铜矿床位于秘鲁阿雷基帕省北部, 西科迪勒拉带与滨海-海岸岩基带之间, 是一以铁为主, 同时共/伴生铜、金的特大型矿床, 也是近几年在南美洲的重要找矿成果之一(图1)。该矿床的勘查工作始于1994年, 由力拓(Rio Tinto)公司开展了初步的勘查工作; 2004年, 加拿大的卡帝罗(Cardero)公司又进行了补充勘查。上述工作主要针对铜矿、金矿, 虽然已发现铁矿体的存在, 但均未进行系统的评价。2009~2011年, 在系统分析该区域成矿地质条件、成矿规律、控矿地质因素的基础上, 山东省第四地质矿产勘查院通过地质测量、重磁数据处理、地质钻探等手段对该矿床进行了系统勘查工作, 证实为以铁矿为主, 共/伴生铜、金的特大型矿床。本文对该矿床的地质特征进行了系统的总结, 划分了矿床的成矿阶段, 并对其成因进行了初步探讨。

1 矿区地质

矿区地层主要包括前寒武纪、早古生代、中生代和新生代地层。与成矿关系密切的主要为侏罗系Jahuay组, 上部岩性主要为砂岩、粉砂岩及凝灰岩等; 下部以白云岩为主, 并均已角岩化。构造以断裂为主, 包括NW向、NE向和近SN向3组, 主要为隐伏或推测断裂。从区域构造和与矿体的关系分析, 可将断裂划分2期: 成矿前断裂以NW向追踪式张性断裂为主, 控制着火山岩盆地的成生发展, 既是控矿构造, 也是导矿构造; 成矿后断裂以NE向为主, 近SN向次之, 对矿体有一定的破坏作用。岩浆活动主

要有3期: 第一期 of 矿区西侧的花岗闪长岩、石英二长岩、闪长岩, 形成时代约(400±22) Ma(Rb-Sr法; 秘鲁地质矿产研究所, 1978); 第二期 of 矿区及东侧的辉石闪长玢岩-安山玢岩-石英二长岩(局部)等中酸性侵入岩, 呈岩株、岩墙或岩枝状产出, 与铁铜矿的成因关系密切, 形成时代80~96 Ma(K-Ar法; 秘鲁地质矿产研究所, 1978); 第三期主要为新生代基性、中性酸性侵入岩、火山岩, 分布范围局限。

2 矿体地质特征

矿区矿体主要包括伴生铜的铁矿体和单一的铜矿体, 铜与铁主要以同体共生的形式存在, 少量异体共生。

2.1 铁矿体特征

铁矿体为矿区主体, 其形态受早期NW向张性断裂控制, 主要赋存于Jahuay组下部碳酸盐岩层位, 少量产于上部, 胶结早期安山玢岩角砾, 表现为类似“角砾岩筒”的特点。矿体规模巨大, 其中I号矿体为主矿体, 总体走向325°左右, 倾向NE, 倾角一般10~20°; 矿体长度3560 m, 沿倾向延伸1276 m, 厚度6.81~453.51 m, 平均厚度238.23 m(图2)。TFe品位20.20%~69.81%, 平均42.58%; 伴生Cu品位0.01%~10.39%, 平均0.13%; 另有Au、Co、Ag等矿化。铁矿石品位沿走向变化不明显; 垂向上显示向深部品位较高, 且连续性好。矿体围岩岩性较为复杂, 主要为安山玢岩、白云大理岩、晶屑凝灰岩、安山质角砾熔岩、粉砂岩、蛇纹岩等; 近矿围岩常

* 本研究得到山东省国外矿产资源风险勘查项目资助

第一作者简介 徐洪岩, 男, 1973年生, 高级工程师, 主要从事区域地质及矿产勘查工作。Email: xhy1973@126.com

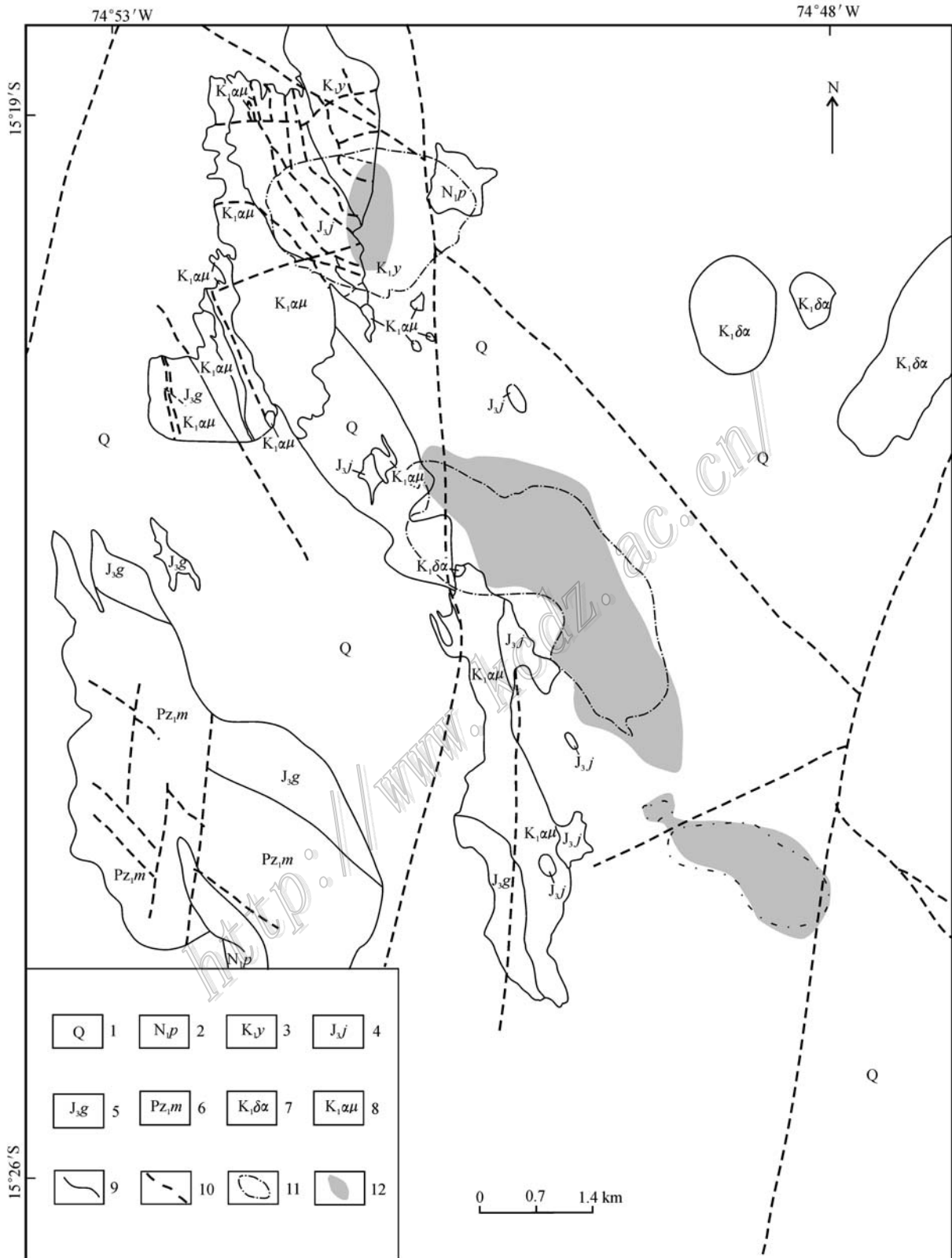


图 1 秘鲁邦沟矿区地质简图

1—第四系；2—新近系 Pisco 组；3—下白垩统 Yauca 组；4—上侏罗统 Jahuay 组；5—上侏罗统 Rio Grande 组；6—下古生界 Marcona 组；7—Coastal 闪长岩；8—安山玢岩；9—地质界线；10—推测断裂；11—磁异常范围；12—矿体范围

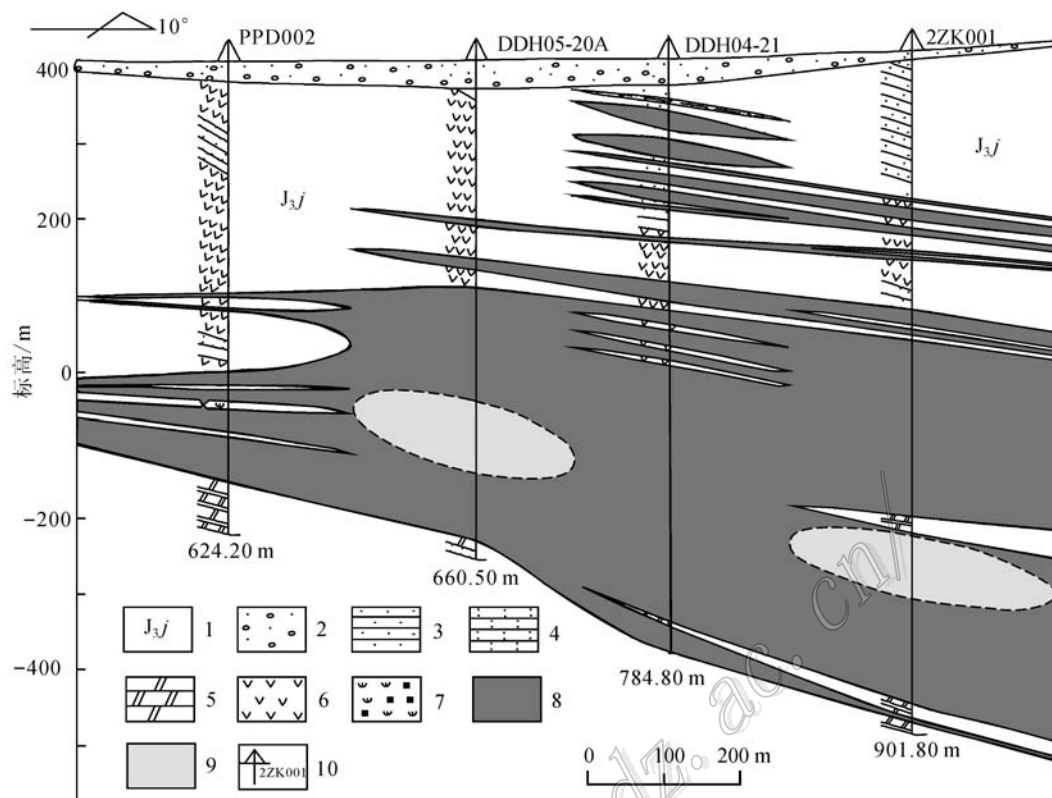


图2 邦沟铁矿200勘探线剖面图

1—上侏罗统 Jahuay 组；2—第四纪砂砾石层；3—砂岩；4—凝灰岩；5—大理岩；6—安山玢岩；7—磁铁矿化蛇纹岩；8—磁铁矿体；9—铜矿化发育地段；10—钻孔

有钠长石化、钾长石化、蛇纹石化、电气石化、透闪石化、萤石化、绿泥石化、石膏化、高岭土化和碳酸盐化等蚀变。

2.2 铜矿体特征

矿区内铜矿体呈两种形态产出：①呈浸染状分布于铁矿体内部，与其伴生(图2)；②呈脉状产于铁矿体之间或上部的构造裂隙中，其产状、形态变化较大，规模较小，厚度一般小于1 m，厚者可达10 m。Cu品位0.21%~12.57%，平均2.98%；伴生Au平均品位 2.33×10^{-6} ，Co平均品位0.05%，Ag平均品位 8.61×10^{-6} 。

3 矿石特征

3.1 铁矿石特征

铁矿石中矿石矿物主要为磁铁矿，次为镜铁矿(赤铁矿)、磁黄铁矿、黄铁矿、黄铜矿、软锰矿等；脉石矿物主要为蛇纹石、方解石、白云石，次为阳起石、石榴子石、斜长石、绿泥石、石英、石膏、萤石、云母以

及电气石等。铁矿石以块状构造为主(图3a)，边部或上部发育浸染状、角砾状构造(图3b)，以粒状变晶结构为主，磁铁矿粒径一般小于0.5 mm，部分可达0.7~0.8 mm，晶粒间大多紧密接触，构成较为致密的块状集合体(图3c)。

3.2 铜矿石特征

铜矿石中矿石矿物主要为黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿、磁铁矿等；脉石矿物主要为方解石，少量金云母、石榴子石、绿帘石、绿泥石等。铜矿石以浸染状构造为主，片状、粒状变晶结构，黄铜矿粒径一般0.5 mm以下，多呈单体或几个晶粒的集合体(图3e)，或分布于磁铁矿、黄铁矿晶粒间或边部(图3d、f)。

4 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、交生关系与矿化之间关系等综合研究，该矿床可以大致划分为2个成矿阶段：

(1) 磁铁矿-磁黄铁矿-黄铜矿-黄铁矿-绿泥石成

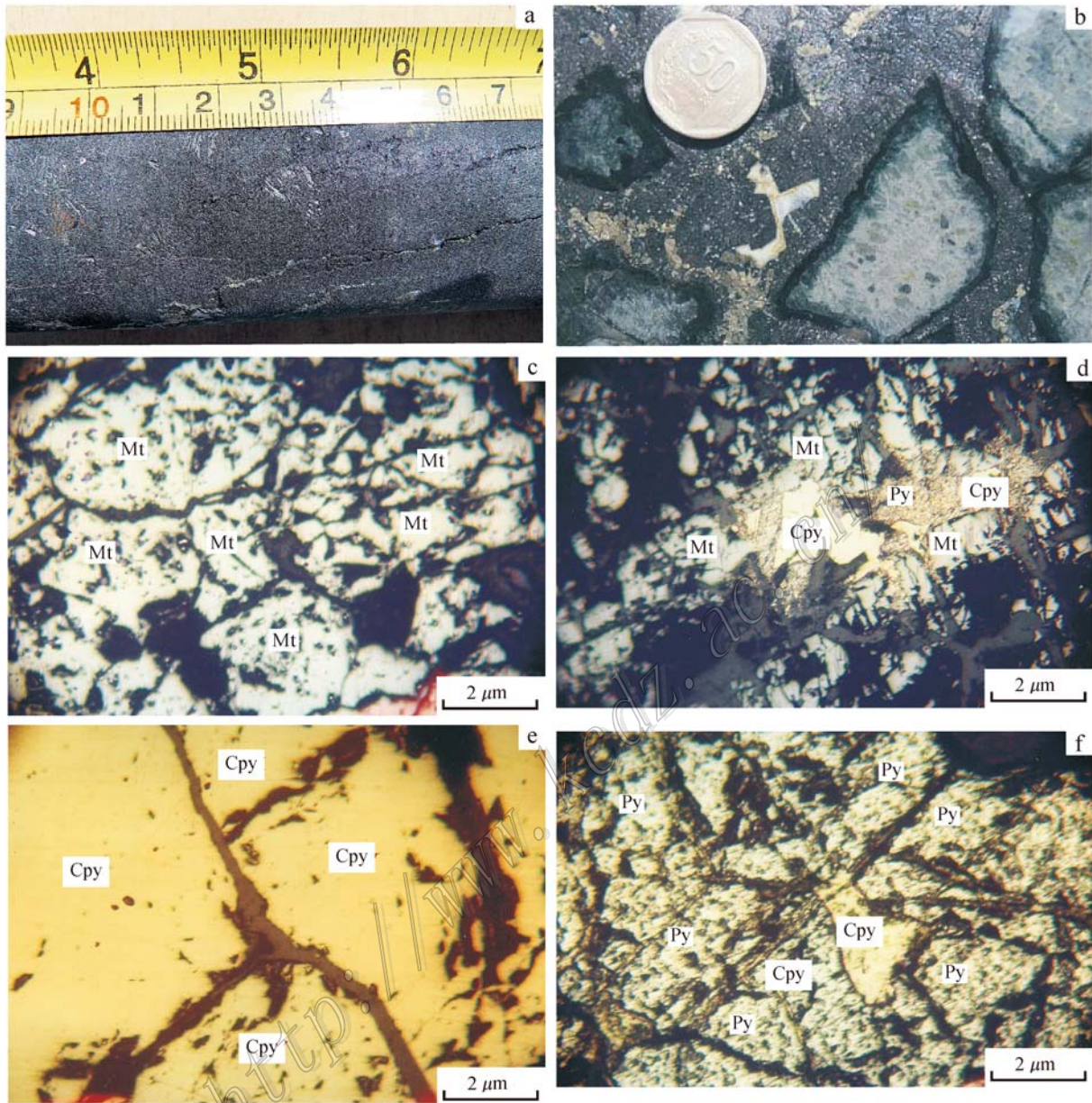


图 3 矿区矿石特征及显微特征照片

- a. 块状铁矿石; b. 铁矿石胶结围岩角砾; c. 他形粒状磁铁矿集合体、局部具花岗压碎结构; d. 黄铜矿与黄铁矿交代早期磁铁矿;
 - e. 黄铜矿不规则状集合体; f. 黄铜矿填隙分布于同期形成的黄铁矿晶粒或晶隙间
- Mt—磁铁矿; Py—黄铁矿; Cpy—黄铜矿

矿阶段:形成主要铁矿体并伴生铜。浸染状磁铁矿化出现较早,块状磁铁矿为后期,磁黄铁矿化出现亦较早,与磁铁矿化近同期出现,少量黄铁矿化与黄铜矿化也同期形成,于磁铁矿的颗粒之间,从而形成黄铜矿-黄铁矿-磁黄铁矿-磁铁矿矿石。

(2) 黄铁矿-黄铜矿-镜铁矿(磁铁矿)-蛇纹石-方解石成矿阶段:形成主要脉状铜矿体,黄铜矿与黄铁矿基本同时形成,磁铁矿矿化延续时间长,与黄铜

矿、黄铁矿一起交代早期磁铁矿,形成磁铁矿-黄铁矿-黄铜矿矿石。

5 与长江中下游地区铁铜矿床的对比

受研究程度的限制,邦沟矿床的成因还没有一个确切的结论。中国东部陆相火山岩盆地中也发育有大量铁、铜矿床,如长江中下游的宁芜、庐枞盆地

的铁铜矿床。通过初步对比,认为两者在成矿背景、赋矿围岩、控矿构造及矿化特征等方面有一定的可比性,故作分析如下:

(1) 邦沟矿区位于活动大陆边缘,其构造属性具汇聚型陆缘特点,属大陆边缘弧构造-岩浆活化带(裴荣富等,2005),为潘桂棠等(2008)划分的弧盆系大陆弧后盆地环境。宁芜、庐枞盆地的铁铜矿床位于长江中下游转换构造带内。常印佛等(1991;1996)认为该构造带内燕山期的岩浆活动十分强烈,即除了在扬子板块北缘与秦岭-大别造山带之间形成的长江复合构造带外,还受到平行太平洋板块挤压方向上的构造作用(宋传中等,2011)。两者在成矿构造背景上有一定的相似性,并显示出相近的成矿作用。

(2) 在成矿母岩方面,两者均与中性侵入岩有成因联系。邦沟矿区的岩浆岩主要为辉石闪长岩和安山玢岩,这两种岩石的矿物成分比较接近,可能为同一岩浆房不同时期的产物。从其化学成分特征看, $w(\text{SiO}_2)$ 为48.40%~55.10%, $w(\text{K}_2\text{O}) + w(\text{Na}_2\text{O})$ 为6.88%~8.14%, $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ 比值为2.12~3.17,与宁芜、庐枞盆地早期岩浆性质相同或相近。

(3) 从矿床的控矿特点看,均受构造控制明显,特别是控制盆地形成的深大断裂对于含矿岩浆的就位意义重大,也为矿体提供了有利的导矿、容矿空间。这与陆相火山岩矿床主要产于区域性大断裂与火山机构的交汇部位(马芳等,2005)的特点是一致的。

(4) 邦沟矿区铁矿体主要赋存在碳酸盐岩中,部分矿体具岩浆成矿的特点,可能与碳酸盐岩促进了铁质的富集有关;接触交代作用仅发育于矿体边缘部与围岩接触处,且规模较小。与宁芜盆地中“凤凰山式”和“凹山式”铁铜矿床的赋矿特点相似。

(5) 矿化以铁为主,铜金次之。邦沟矿区的铜矿化在两个成矿阶段中均有,即早期浸染状矿化和晚期热液脉状矿化。分析认为早期岩浆应当同时富含铁、铜,早期以铁为主,晚期岩浆和热液中富含铜,从而显示由铁向铜转化的特点。宁芜、庐枞盆地的

铁铜矿床也具有类似的特点,虽然不排除部分成矿物质是由沉积或火山-沉积矿源层活化转移而提供的,但其成矿物质应主要来自岩浆(翟裕生等,1992)。

6 结 语

邦沟铁铜矿床位于环太平洋金属成矿带上,发育弧后盆地相碳酸盐岩-火山碎屑岩沉积,矿床的形成与晚期辉石闪长岩或安山玢岩岩浆活动关系密切。矿体产出既与一定的构造部位有关,也受控于一定的地层层位。矿床形成可大致分为早期磁铁矿为主和晚期黄铜矿为主的两个成矿阶段。该矿床与中国长江中下游地区宁芜、庐枞盆地的铁铜矿床在成矿机理、控矿因素、矿化特点等方面具有一定的可比性,其成因类型类似玢岩型铁矿床。

参考文献/References

- 秘鲁地质矿产研究所. 1978. Geologia de los Cuadrangulos de San Juan, Acariy Yauca[R]. Lima: Editado por el Instituto de Geologia y Minería, 49-57.
- 常印佛,刘湘培,吴言昌. 1991. 长江中下游铜铁成矿带[M]. 北京:地质出版社. 71-76.
- 常印佛,董树文,黄德志. 1996. 论中-下扬子“一盖多底”格局与演化[J]. 火山地质与矿产,17(1-2):1-15.
- 马芳,蒋少涌. 2005. 与陆相火山岩有关的铁、铜、金矿床成矿地质特征及矿床成因[J]. 地质找矿论丛,20(4):233-239.
- 潘桂棠,肖庆辉,陆松年,邓晋福,冯益民,张克信,张智勇,王方国,邢光福,郝国杰,冯艳芳. 2008. 大地构造相的定义、划分、特征及其鉴别标志[J]. 地质通报,27(10):1613-1637.
- 裴荣富,李进文,梅燕雄. 2005. 大陆边缘成矿[J]. 大地构造与成矿学,29(1):24-34.
- 宋传中,张华,任升莲,李加好,涂文传,张妍,王中. 2011. 长江中下游转换构造带与区域成矿背景分析[J]. 地质学报,85(5):778-788.
- 翟裕生,姚书振,林新多,金福全,周珣若,万天丰,周宗桂. 1992. 长江中下游地区铁、铜等成矿规律研究[J]. 矿床地质,11(1):1-12.