滇中地区层控菱铁矿成因机制探讨①

沈　冰, 刘飞燕, 朱志敏
(中国地质科学院矿产综合利用研究所, 四川 成都 610041)

摘　要: 阐述了云南滇中地区层控菱铁矿的矿床类型、原生沉积成矿作用特征、区域动力改造成矿作用特征及表生改造成矿作用特征。研究认为, 该区菱铁矿的富集成因机制具有多阶段成矿的特点, 可分为三个成矿阶段, 即: 原生沉积- 成岩阶段, 发生于 1600 ~1500Ma 之间, 是形成菱铁矿矿源层的重要阶段; 区域动力改造阶段, 发生于 800 ~650Ma 之间, 是菱铁矿的主要富集成矿阶段; 表生改造阶段, 主要发生在第三纪, 是菱铁矿床形成垂直分带并再次产生改造加富作用的阶段。

关键词: 层控菱铁矿; 成矿机制; 多因复成; 滇中地区
中图分类号: P618. 31　　文献标识码: A　　文章编号: 1001- 5663(2006)03- 0260- 04

云南滇中地区中元古代昆阳群大龙口组和黑山头组中广泛分布着层控菱铁矿矿床, 它们具有多因复成的成矿机制。先后经历了原生沉积成矿作用、区域动力改造成矿作用和表生改造成矿作用, 具有多阶段成矿的特点。其形成是地壳长期演化的产物。进一步探讨其成因机制, 可为该区菱铁矿成矿规律和找矿方向的研究提供有益的思路。

1　成矿类型

滇中地区位于扬子地台西部边缘、川滇经向构造带的南段。该区地质构造复杂, 矿产资源丰富。前震旦纪昆阳群大龙口组和黑山头组中广泛赋存着层控菱铁矿矿床(图 1)。矿物成分简单, 主要为菱铁矿, 次为赤铁矿和褐铁矿。根据矿体形态和围岩特征, 大致可分两个类型: [1]

鲁奎山式菱铁矿: 矿体赋存于大龙口组中, 围岩为条带状灰岩、蠕条带状灰岩、含炭泥岩。主要控矿构造为层间破碎带。矿体主要呈似层状、透镜状产出, 次为脉状。主要矿区有鲁奎山、化念、他达、大六龙、洛河、上厂等。

王家滩式菱铁矿: 矿体赋存于黑山头组中, 围岩为砂板岩。控矿构造主要为压扭性断裂。矿体以陡倾斜矿脉为主, 延深大于延长, 如王家滩矿区马家坟Ⅱ矿体, 地表长度为 200m, 延深已大于 800m。主要矿区有王家滩、红坡、杨梅山、军哨—易门菁等。黑山头组富良棚段的 Rb- Sr 同位素年龄为 1605Ma, 相当于中元古代。[1] 研究表明, 滇中菱铁矿是地壳长期演化的产物, 具有多因复成的成矿机制。

2　原生沉积成矿作用

2.1　沉积成矿作用的特征

研究表明, 赋存于大龙口组的菱铁矿体始终与一套富含炭质的深灰色板岩或灰岩相伴产出, 矿体或产于其上, 或产于其下, 或夹于其中, 围岩中可见到黄铁矿等硫化物。菱铁矿及其围岩由泥晶 — 粉晶方解石、粉晶菱铁矿、炭泥质和有机质组成, 具微层和条带构造。深灰色泥岩的有机炭含量为 0.7%～3.81%, 灰色细晶菱铁矿的有机炭含量为 1.84%。当围岩由泥质、炭质条带灰岩相变为较纯灰岩时, 矿体即尖灭。在黑山头组砂板岩中的菱铁矿中, 镜下可见, 菱铁矿呈微粒(0.02～0.04mm)不均匀地镶嵌于石英砂粒之间, 显示了原生沉积特点。菱铁矿的矿物含量一般为 10% ～30%。黑色板岩中亦可见微粒菱铁矿颗粒, 含量< 5%。据这套含矿岩系的有机炭分析计算, 其还原系数 K 值介于 0.2～0.3 之间, 为弱还原环境, 利于菱铁矿的沉积而形成矿源层。

2.2　菱铁矿沉积的古地理环境

大龙口组古地理及铁矿分布图(图 2)表明, 在大龙口期 EW 向易门水下隆起的南侧, 分布着一 EW 向的峨山凹陷, 为一相对封闭的受限盆地[2], 具有弱还原沉积环境, 对原生菱铁矿的沉积起有控制作用,

① 收稿日期: 2005- 11- 07　作者简介: 沈冰(1967-), 男, 高级工程师, 主要从事矿产地质研究。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

鲁奎山、大六龙、他达、化念、洛河、法冲等菱铁矿床都分布于该地区,这与该区有利的沉积环境有关。

2.3 沉积成矿的时代

云南滇中地区的昆阳群大龙口组与四川西昌地区的会理群风山营组同处川滇南北向构造带,经区域地层对比研究,两者岩性组合特征都为含菱铁矿的碳酸盐岩组合,Rb-Sr 同位素年龄值亦相近,风山营组底部的结晶灰岩为 1540±92Ma,大龙口组下伏层位富良棚段火山凝灰岩为 1605±27Ma,两者属同一时期产物,时代相当于中元古代(Pm),这一时代既代表着地层时代,也代表着菱铁矿的沉积成矿时代[3]。

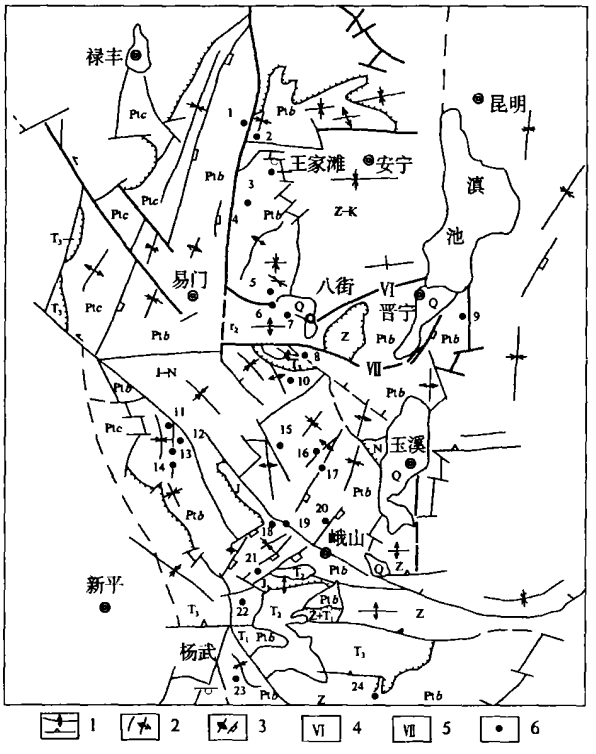


图 1 滇中地区层控菱铁矿分布图

Fig. 1 Stratabound siderite distribution in center Yunnan region

Pt*b*-Pt*c*-前震旦系构造层亚层 Z-K-震旦系-白垩系 1-EW 向构造 2-SN 向构造 3-NNE-NE 向构造 4-晋宁-八街断裂 5-六街大断裂 6-沉积铁矿点 图中铁矿点地名:1. 源头 2. 禄裱 3. 王家滩 4. 易门东山 5. 军哨易门菁 6. 小红坡 7. 杨梅山 8. 小营尖山 9. 上蒜 10. 安宁东山 11. 锅锣甸 12. 天心厂 13. 小假足 14. 贡山 15. 上厂 16. 法冲 17. 洛河 18. 他达 19. 矿铜村 20. 大六龙 21. 山后 22. 化念 23. 鲁奎山 24. 落水洞

3 区域动力改造成矿作用

3.1 区域动力改造成矿作用的特征

滇中地区通常可见两种类型菱铁矿,一种是灰色细晶菱铁矿,另一种是米黄色粗-巨晶菱铁矿,以前者为主。其特征如下:

(1)灰色细晶菱铁矿。具变嵌晶结构,主要由他形粒状细晶菱铁矿组成,其中常包含有许多粉砂粒级的石英和鳞片状绢云母包体。在这一类型菱铁矿产出的场合,绢云母呈明显的定向排列,通常还可见到由于绢云母的集中而形成条纹薄层。菱铁矿呈拉长状,与云母排列方向一致,使片理更加清晰。同时亦见有斑状变晶菱铁矿。这种菱铁矿显然是在沉积的基础上经历了区域动力变质作用改造而成的。

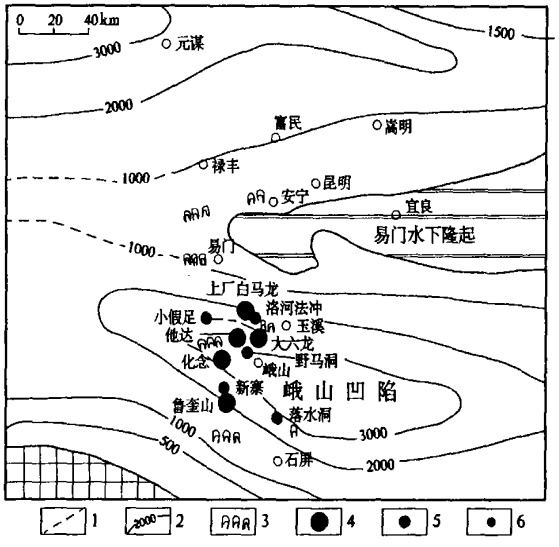


图 2 中元古代昆阳群大龙口期古地理及铁矿分布图

Fig. 2 Paleogeographic and iron ore distribution of Dalongkou period in Kunyang group of Middle Proterozoic Subera

1-断裂 2-大龙口组等厚线(m) 3-叠层石产出位置 4-中型铁矿 5-小型铁矿 6-铁矿点

其形成环境是相对封闭的缺氧环境,此时,由于矿源层中的含铁碳酸盐矿物与 H_2O 和 CO_2 作用,可形成重碳酸铁,反应式如下:

$$FeMg(CO_3)_2 + 2H_2O + 2CO_2 \rightarrow$$

含铁白云岩

$$Mg(HCO_3)_2 + Fe(HCO_3)_2$$

溶液 溶液

$$FeCa(CO_3)_2 + 2H_2O + 2CO_2 \rightarrow$$

含铁灰岩

$$Ca(HCO_3)_2 + Fe(HCO_3)_2$$

溶液 溶液

重碳酸铁在区域变质作用不断增温的条件下,可分解形成灰色细晶菱铁矿,反应式如下:

$$Fe(HCO_3)_2 \rightarrow FeCO_3 + H_2O + CO_2$$

菱铁矿

由于重碳酸铁在氧化位势较高时,易于氧化成高价铁(三价铁),即氢氧化铁 [$Fe(OH)_3$],故不能长距

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

离的搬运,一般是就地沉淀并富化。

(2)米黄色粗- 巨晶菱铁矿。晶体粗大,长径为0.24～0.36mm,短径为0.20mm。常与粗粒石英伴生。在这种类型菱铁矿产出的场合,含矿围岩在区域应力作用下,强烈破碎,形成大小不等的块体;菱铁矿呈脉状沿裂隙展布,表明米黄色菱铁矿是后期改造的产物。

经过改造的菱铁矿,沿层间破碎带和断裂充填,形成透镜状和脉状矿体。

3.2 区域动力改造成矿作用的时代及背景

滇中菱铁矿的Rb- Sr同位素研究表明,灰色条纹细晶菱铁矿的Rb- Sr年龄值为815Ma;而米黄色菱铁矿的Rb- Sr同位素年龄值为534Ma。[3]

815Ma和534Ma年龄值分别相当于本区晋宁运动和澄江运动时期。晋宁运动是新元古代全球性格林威尔运动(Grenville Orogeny)的延续;[4]晋宁运动汇聚而成的扬子地台是Rodinia超大陆的组成部分。澄江运动在川滇地区形成的SN向裂陷槽是Rodinia超大陆裂陷作用的一部分。在Rodinia超大陆汇聚和裂解的背景下,滇中地区中元古代昆阳群大龙口组和黑山头组含铁矿源层经受了区域变质和改造,形成了滇中地区层控型菱铁矿床。

4 表生改造成矿作用

4.1 表生改造成矿的特征

滇中菱铁矿矿体普遍存在垂直分带现象,根据矿物成分的不同,从上往下可划分为氧化矿石带、混合矿石带和原生矿石带(图3)。这与表生改造作用有关。

(1)氧化带:分布在潜水面以上。表层为松散碎屑矿石堆积物,主要以物理风化为主;往下由不同比例的褐铁矿、赤铁矿组成,并被铁质和砂泥质胶结,有时由土状褐铁矿层和致密状、皮壳状铁矿组成,反映出化学风化的特色。

(2)混合带:分布在潜水面附近。由赤铁矿、褐铁矿和菱铁矿组成,有时有少量磁铁矿出现。氧化作用和化学风化作用比上部明显减弱。

(3)原生带:分布在潜水面以下。主要是由菱铁矿组成,有时伴有不同数量的硫化物。此带为地下水滞流带,处于还原环境。

有些矿区,尚未发现原生带,仅见氧化带和混合带,这可能与矿区上隆剥蚀程度强而致使原生带消失有关。矿石类型在垂直方向上常互相过渡,在横向上,菱铁矿与赤铁矿和褐铁矿交错分布。氧化矿体向下常呈楔形尖灭,说明含矿溶液在表生带的运动方向是自上而下垂直进行的,其来源于地表渗流水。

4.2 表生改造成矿的控制因素

从图3可知,随着改造的程度不同,各矿区的矿石类型亦不相同。(1)红坡、上厂等矿区,主要为褐铁矿,分别占各矿区储量的98%和62%。而赤铁矿、菱铁矿含量很少,仅占各矿区储量的1%～2%;

(2)大六龙、他达矿区,主要为褐铁矿,多分布在潜水面以上,菱铁矿仅占5%～10%;

(3)化念矿区,主要为菱铁矿,位于潜水面以下,

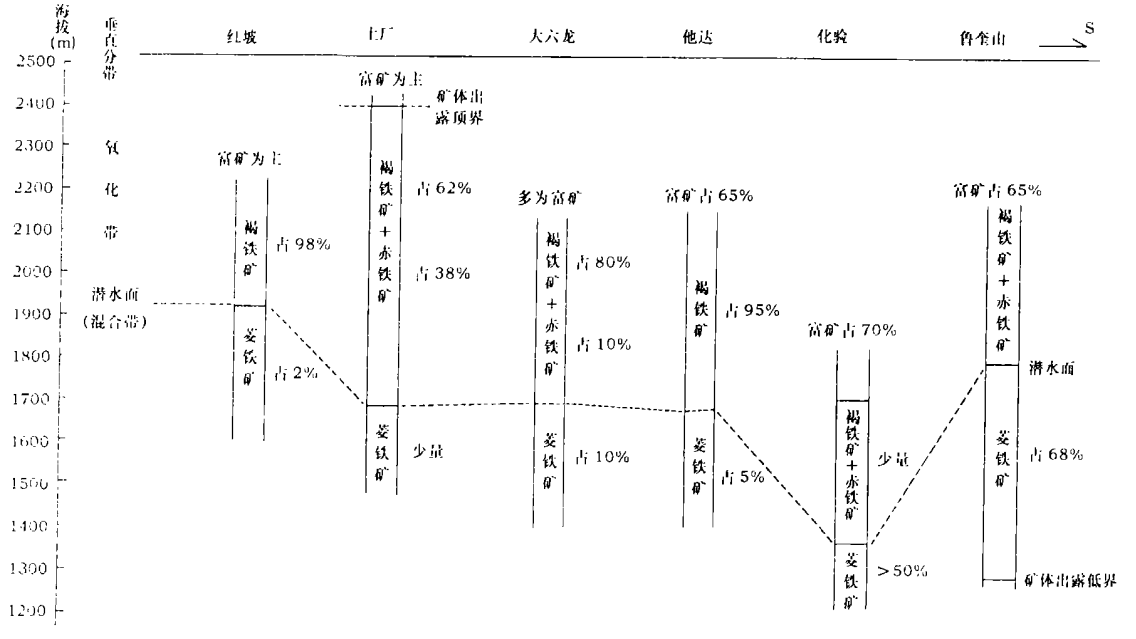


图3 滇中铁矿矿石垂直分带与潜水面关系图

Fig. 3 Relation sketch of the vertical zonings of iron ores in center Yunnan with underground water level

©1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

其次有少量褐铁矿和赤铁矿;

(4) 鲁奎山矿区, 菱铁矿的储量占 68%以上, 褐铁矿和赤铁矿的含量少。

各矿区矿石类型与矿体的出露程度和潜水面的标高有关。滇中地区由北往南潜水面的海拔标高逐渐下降, 相应菱铁矿的含量逐渐增多, 而褐铁矿的含量愈来愈少。北部红坡矿区潜水面最高, 海拔为1940m, 该矿区的矿体多位于潜水面以上, 氧化作用强, 褐铁矿的含量亦最高, 占储量的 98%。南部化念矿区, 潜水面水位最低, 海拔为 1360m, 该矿区的矿体多位于潜水面以下, 氧化作用弱, 菱铁矿的含量亦最高, 占各矿区储量的 50% ～70%。北部红坡、上厂地区的块断运动强烈, 抬升快, 出露的含矿层位老, 主要地层为黑山头组。南部化念地区相对于北部有下降的趋势, 出露的含矿层位比北部新, 地层为大龙口组。抬升快的地区矿体出露高, 氧化作用强, 抬升慢的地区矿体出露低, 氧化作用弱。因此, 各矿区氧化作用的程度与构造抬升作用强弱和潜水面的标高有关。

4.3 表生改造成矿作用的时代

滇中地区的菱铁矿能形成如此稳定的垂直分带, 除要有一个有利的地形条件外, 还必须有温湿的气候条件和地壳活动相对稳定的时期, 从而才能形成稳定的水文地球化学环境。这样就使得潜水面既控制了渗入水垂直渗透带的深度, 也控制了水平侧流带地下水的运动条件; 既有利于渗入水对矿体的氧化淋滤改造的充分进行, 又有利于氧化带的保存而不致遭受剥蚀。

白垩纪晚期至早第三纪, 滇中地区具备上述氧化淋滤作用的有利条件。当时, 由前期燕山运动形成的山脉因受到强烈的切割和侵蚀变得低下平缓, 高差很小, 而地壳运动又以下降为主, 山间盆地开始在各地发育, 形成了化念盆地、扬武盆地、安宁盆地等。盆地中一般都接受了老第三纪红色砂岩的沉积, 说明当时气候干燥炎热。晚第三纪, 盆地中接受了褐煤、粘土沉积, 气候又由干燥炎热转变为炎热潮湿。这种稳定的水文地质条件, 有利于渗入水对菱铁矿的氧化淋滤改造, 形成矿体的垂直分带。个别地方, 菱铁矿的氧化作用直至现代还在进行, 如峨山小假足铁矿, 还有未胶结的铁泥产出。[5] 这种现象是亚铁离子随地下水流出地表, 遇到大气则被氧化, 而沉淀出不溶的氢氧化铁, 在土壤中形成象铁锈一样的堆积。从菱铁矿氧化淋滤的长时期特征表明, 今后寻找富铁矿, 要特别注意寻找中生代红层覆盖下的隐伏矿床。

5 结论

综上所述, 滇中地区菱体矿床的成矿过程大致经历了三个阶段:

(1) 原生沉积- 成岩成矿阶段, 发生于 600～1500Ma 之间, 是形成菱铁矿矿源层的重要阶段, 主要表现为矿源层与地层时代相当, 成矿受局限水体弱还原环境控制。矿化呈透镜状、似层状沿地层走向展布。

(2) 区域动力改造成矿阶段, 发生在 800～650Ma 左右, 与 Rodinia 超大陆汇聚和裂解作用有关。主要表现为不同程度的重结晶和近源迁移富集作用, 是主要的富集成矿阶段。

(3) 表生改造成矿阶段, 主要发生在第三纪, 地壳活动相对稳定, 气候炎热潮湿, 有利于菱铁矿氧化淋滤作用的进行, 从而使滇中地区广泛分布的菱铁矿形成了垂直分带, 并对矿床再次起到改造加富的作用。

参考文献:

[1] 沈苏, 金明霞, 陆元法. 西昌- 滇中地区主要矿产成矿规律及找矿方向[M]. 重庆: 重庆出版社, 1988: 43-61.

[2] 吴懋德, 段锦荪, 宋学良, 等. 云南昆阳地质[M]. 昆阳: 云南科技出版社, 1990: 1-90.

[3] 李复汉, 覃贾铭, 等. 康滇地区的前震旦系与成矿[M]. 重庆: 重庆出版社, 218-305.

[4] 李四光. 中国地质学[M]. 《中国地质学》扩编委员会编著, 地质出版社, 1999.

[5] 黄维全, 刘毅, 林菲. 鲁奎山铁矿逆冲推覆系与成矿[J]. 云南地质, 2004, 23(1): 60-66.

Mechanism of stratabound siderite deposit in center Yunnan

SHEN Bing, LIU Fei-Yan, ZHU Zhi-ming

(*Mineral Resources Comprehensive Utilization Research Institute, China Geological Academy, Chengtu, Sichuan* 610041, *China*)

Abstract: The paper discusses the deposit types, characteristics of primary depositional mineralization, regional dynamically transformed mineralization and supergene transformed mineralization of stratabound siderite ores. It is believed by the research that the genetic mechanism of siderite accumulation is characterized by multiple stage mineralization which is divided into three metallogenic stages, namely primary deposition-diagenetic stage occurring between 1600～1500Ma, which is an important stage of forming siderite ore source layer; regional dynamic transformation stage occurring between 800～650Ma, being a major siderite accumulation stage; supergene transformation stage occurring in Tertiary Period, which is a stage of forming vertical zonings and superimposed enrichment by transformation.

Key Words: stratabound siderite, metallogenic mechanism, polygenetic origin, center Yunnan

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net