

菱铁矿床与接触交代铁矿床的可能联系

——以我国南方石炭纪铁矿床为例

王永基

近几年在我国南方石炭系地层内发现的一批菱铁矿床和产于石炭系地层内的层状接触交代铁矿床,在成矿时代和含矿岩系上是可以对比的。我们认为,有一定层位的层状接触交代铁矿床可能是由菱铁矿床经岩浆热液改造而成。

一 我国南方的石炭纪菱铁矿床

(一) 南方石炭纪的古地理环境

我国南方晚泥盆世海浸始于中国石炭期,终于柳江运动。柳江运动后到早石炭世有杜内海浸和维宪海浸,在华南浅海盆地沉积了泥质、白云质和硅质灰岩及黑色炭质页岩,并伴有菱铁矿、铝土矿和煤矿。

中、晚石炭世海浸区远比早石炭世为大。此海浸先从南方开始,海水从印度太平洋经滇缅大向斜和越南侵入滇桂黔盆地,并进入湘赣闽盆地、下扬子槽地和湖北盆地,造成一个海面开阔的黄龙大海区。此时,上扬子古陆和华夏古陆降为准平原,江南古陆局部受到海浸,被割裂成洞鄱古陆、雪峰古陆和湘桂黔古陆。海浸范围还可达中朝古陆,形成黄河浅海盆地,使原来地域宽广而又长期隆起的中朝古陆被分割成淮阳古陆、陇西—秦岭古陆、内蒙古陆和胶东高地(图1)。与此海浸相随,在中上石炭统地层内沉积了黄梅菱铁矿、七宝山菱铁矿和华北一带“山西式”赤铁矿、菱铁矿等。

晚石炭世末,云南上升引起海退,从而结束了石炭纪的海浸过程。

(二) 石炭纪菱铁矿床的一般情况

1. 黄梅菱铁矿床 位于淮阳古陆之南,

下扬子海槽之北,为古陆边缘的相对凹陷地带。矿区内出露的地层有志留系、泥盆系、石炭系、二迭系、三迭系、侏罗系、白垩—第三系等。菱铁矿赋存于中石炭统黄龙组和下二迭统栖霞组两个层位内(图2),分布于五里墩倒转背斜的两翼。在背斜南东翼马鞍山矿段,以栖霞组为主要含矿层,黄龙组内的菱铁矿体较小,在背斜北西翼马尾山矿段,黄龙组和栖霞组内均有较大的菱铁矿体。

中石炭统黄龙组按岩性可分为上下两段:上段为深灰色、灰白色厚层状灰岩;下段为灰至深灰色厚层状白云岩及白云质灰岩,菱铁矿产于白云质灰岩中。

下二迭统栖霞组底部为长石英砂岩、灰黑色硅质页岩、炭质和粘土质页岩,中部以深灰—黑色细粒生物碎屑灰岩为主,局部含燧石结核,有时夹炭质灰岩;上部为含燧石结核灰岩,夹生物碎屑灰岩及炭质灰岩。菱铁矿产于中部生物碎屑灰岩的下部。

菱铁矿体呈似层状和透镜状产出,其产状与地层产状基本一致,但经后期改造,局部矿体可与地层有低角度的交角。

矿石类型可分为:原生沉积的青灰色菱铁矿和经后期改造而成的米黄色菱铁矿,以及两者的混合类型。本区改造程度较深,故米黄色菱铁矿较多。

矿石的结构和构造随矿石类型的不同而异:青灰色菱铁矿呈微粒—细粒镶嵌结构,块状和层纹状构造;米黄色菱铁矿呈粗粒镶嵌结构,脉状、晶洞晶簇和块状构造;混合类型的菱铁矿为角砾状和花斑状构造。

米黄色菱铁矿脉常穿插青灰色菱铁矿,有时还穿越到围岩中。经分析表明,这两种菱铁矿中各种元素含量相差不大(表1),属

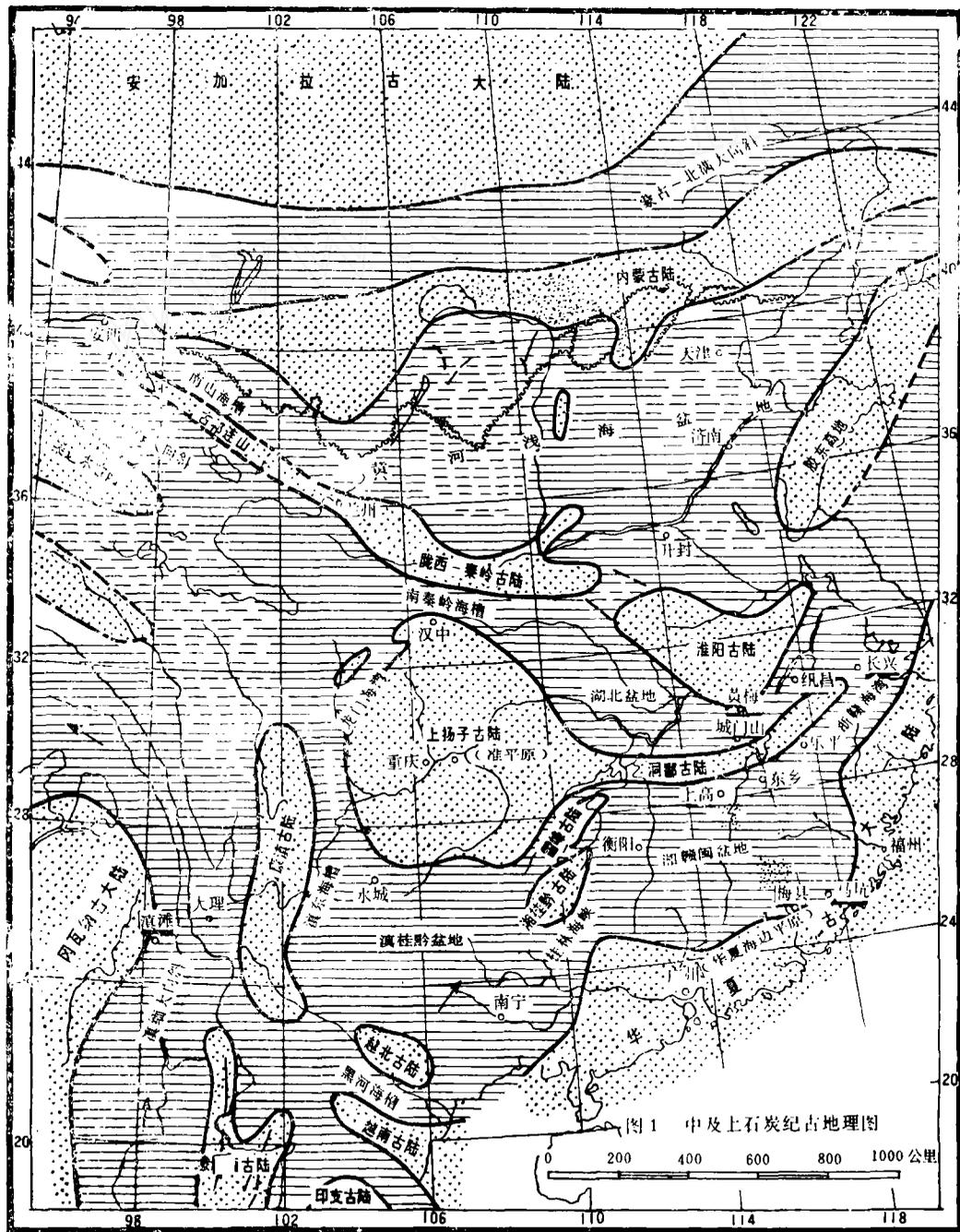


图1 中及上石炭纪古地理图

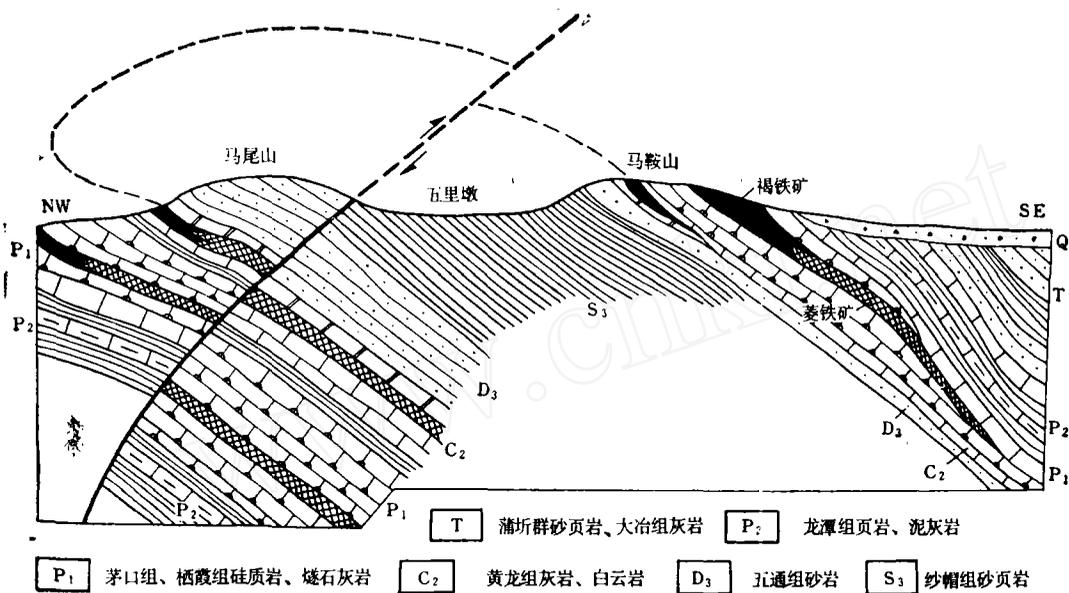


图2 湖北黄梅菱铁矿床地质剖面图

菱铁矿单矿物化学成分及各组分分子含量表

表1

名称	化学分析结果 (%)										
	FeO	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	BaO	ZnO	NiO	CoO	SiO ₂	
沉积型	青灰色菱铁矿	51.00	0.17	2.27	4.56	2.99	0.006	0.0099	0.0064	<0.001	1.12
	"	48.42	1.92	1.36	5.58	2.12					2.38
改造型	米黄色菱铁矿	52.25	0.13	1.86	4.70	1.84	0.013	0.0062	0.0038	<0.010	0.52
	"	52.25	0.22	1.87	3.73	2.22	0.013	0.006	0.0038	<0.001	0.34

名称	化学分析结果 (%)				CO ₂ 理论值	各组分分子含量 (×100)				比重	
	CO ₂	H ₂ O ⁺	H ₂ O ⁻	总计		FeCO ₃	MgCO ₃	CaCO ₃	MnCO ₃		
沉积型	青灰色菱铁矿	36.56		0	98.693	39.95	781	124	60	35	3.757
	"	36.42	0.315	有机炭 0.32	98.835	38.24	775	150	44	22	3.783
改造型	米黄色菱铁矿	37.13		0	98.454	39.69	805	130	36	29	3.788
	"	37.70		0.08	98.434	38.90	821	105	44	30	3.717

于菱铁矿—菱镁矿类质同象系列中含钙、锰杂质的菱铁矿，从而认为米黄色菱铁矿是原生青灰色菱铁矿经后期改造而成。

矿区内无明显的岩浆活动，仅在外围有燕山中晚期的中偏酸性—酸性火山岩及次火山岩分布，它们与菱铁矿无直接关系。矿体附近蚀变微弱，只有一些不太强烈的硅化、碳酸盐化和重晶石化等。

菱铁矿体在地表氧化成褐铁矿，并构成

一定规模而质量又较好的工业矿体。

矿床成因认为是沉积—改造菱铁矿床。

2. 上高七宝山菱铁矿床 原为一个有一定规模、品位又较好的铁帽型铁矿，深部为中等规模的钴、铅、锌、铜的硫化物矿床，一九七六年发现菱铁矿，故成为多金属菱铁矿床。

矿区位于洞鄱古陆和湘赣闽盆地之间，为古陆边缘的凹陷地带。区内出露的地层有

泥盆系、石炭系和二迭系等。菱铁矿赋存于中上石炭统壶天群碳酸盐岩的下部靠近不整

合面的部位(图3)。

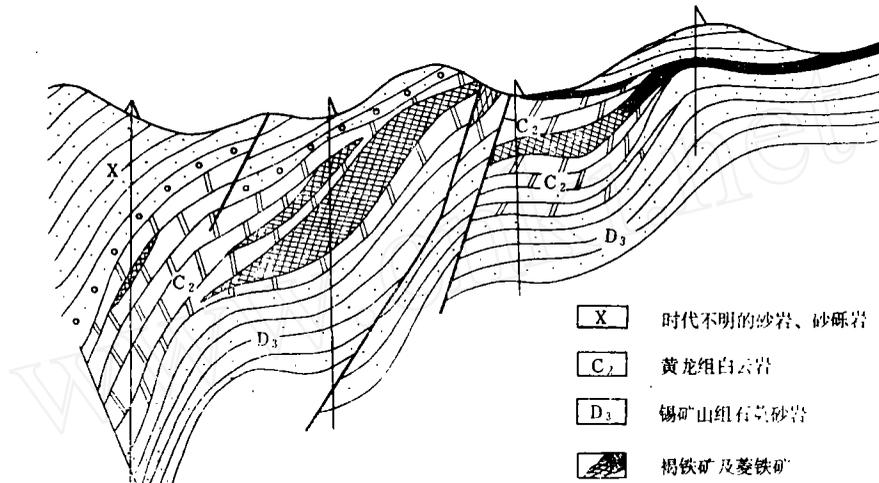


图3 七宝山菱铁矿床剖面图

矿石中80%为米黄色中粗晶菱铁矿,另为青灰色微晶至细晶菱铁矿。近矿围岩中常见铁白云岩,含铁约10%,铁镁比大于或等于1,离矿体稍远比值减至0.5以下,变为亚铁白云岩至正常白云岩。

矿区内除煌斑岩脉外,未发现其他岩浆岩。围岩蚀变仅见白云石化、硅化和绿泥石化,并伴有黄铁矿化及铅、锌、铜的硫化物矿化,但在菱铁矿集中富集的部位,硫化物则趋于尖灭。

菱铁矿在地表氧化成褐铁矿。褐铁矿和菱铁矿含锰都较高,这与壶天群底部有沉积碳酸锰有关,可能是在菱铁矿形成时,锰以类质同象形式与铁同时沉积而致。

矿床成因可能为沉积—热液改造型多金属菱铁矿床。

(三)菱铁矿床的一般特点

根据上述菱铁矿床的情况,再结合贵州等地的菱铁矿床进行分析,菱铁矿床有如下特点:

1.菱铁矿床形成在古陆边缘的凹陷部位,赋存于碎屑岩—碳酸盐岩建造。矿体的直接围岩可以是生物碎屑灰岩、白云质灰岩、白云岩、泥质灰岩和粉砂岩等。

2.矿体呈层状和似层状沿一定层位产出,石炭纪的菱铁矿主要赋存于中石炭统黄龙组底部或中上石炭统壶天群的底部。矿体产状和地层基本一致。

3.矿石类型较简单,有沉积的青灰色菱铁矿和经改造而成的米黄色菱铁矿,以及两者的混合类型。

4.不同矿床的矿石类型,随后期“热液”改造的深浅而异。这种被改造的矿床,以碳酸盐岩建造中的菱铁矿较多,表现为早期沉积的青灰色菱铁矿交代、富集或迁移至有利的构造部位,形成新的以米黄色菱铁矿为主的矿体。

5.菱铁矿床在走向上和倾向上,往往有从赤铁矿—磁铁矿(较少见)—菱铁矿、菱锰矿—黄铁矿、黄铜矿—方铅矿、闪锌矿的分带现象。

6.菱铁矿在氧化带中极不稳定,当氧化电位增高时,低价的铁和锰向高价转化,从而使其碳酸盐遭到破坏,形成较为稳定的含锰褐铁矿,并使原来的矿体厚度加大,矿化范围变宽,品位增高。

7.菱铁矿床附近岩浆活动微弱,有时只见规模较小的中酸性和基性岩脉,因而没有强烈的蚀变现象,仅有一些硅化、铁碳酸盐化、绿泥石化和重晶石化等。

二 与石炭系地层有关的接触交代型铁矿床

在淮阳古陆、江南古陆和华夏古陆边缘凹陷带内的石炭系地层中，不仅分布有菱铁矿床，而且一些接触交代型铁矿床也赋存于其中。这些矿床有规律地沿古陆边缘成带分布，因而在一个较为宽广的地域内，找矿往往离不开石炭系地层。因此，这两种不同类型的铁矿床在成矿时代和含矿岩系上是可以对比的。

(一) 与石炭系地层有关的接触交代型铁矿床

1. 繁昌铁矿床 位于淮阳古陆和下扬子海槽间的过渡带内，出露地层有石炭系、泥盆系、石炭系、二迭系和三迭系等。矿床赋存于中石炭统黄龙组灰岩内（图4）。

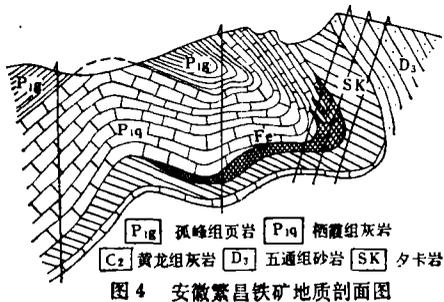


图4 安徽繁昌铁矿地质剖面图

矿体呈似层状产出。矿石矿物为镜铁矿、磁铁矿、黄铁矿、黄铜矿等。矿石构造主要为条带状和块状。

矿区内未见与矿体有直接关系的岩浆岩，滨江花岗杂岩体离矿体3公里远，但矿体中却有广泛的夕卡岩化，形成石榴石、钙铁辉石和绿帘石—透辉石夕卡岩等。

矿床成因认为是原始沉积的菱铁矿和赤铁矿经岩浆热液改造而成为现在的接触交代铁矿床。

2. 马坑铁矿床 位于华夏古陆边缘的凹陷带内，出露地层有泥盆系、石炭系、二迭系、三迭系、侏罗系、白垩系等。矿体赋存于中石炭统黄龙灰岩与下石炭统林地组砂页岩之间（图5）。

中上泥盆统南靖群—下石炭统林地组为一套海陆交互相砂岩、砾岩和页岩建造，砂页岩中含铁较高，厚2000米。中石炭统黄龙组—上石炭统船山组—下二迭统下段栖霞组，为一套浅海碳酸盐岩建造，厚200~350米。下二迭统上段文笔山组为浅海相泥岩、泥质粉砂岩，厚160~220米。下二迭统顶部加福组—上二迭统下部翠屏山组，为一套陆相至海陆交互相砂页岩建造，厚1000~1600米。上二迭统上部大隆组（长兴组）—下三迭统溪口组，为一套海相泥质、钙质、粉砂质硅质岩，厚500~600米。侏罗系为一套巨厚的陆相碎屑岩。白垩系兜岭群为一套陆相中—酸性火山岩。

铁矿体呈似层状产出，其产状和地层产

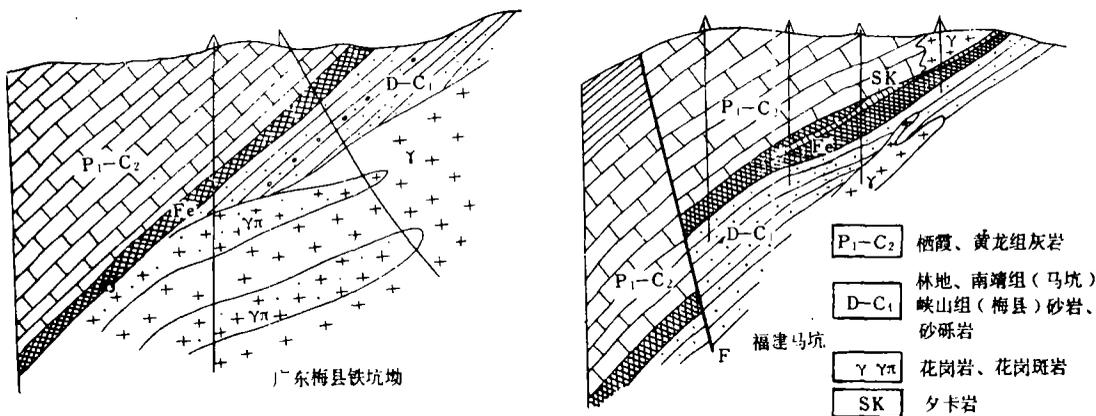


图5 福建马坑、广东铁坑坳铁矿剖面图

状基本一致。矿石矿物为磁铁矿、赤铁矿、黄铁矿、辉钼矿（钼含量可达工业要求）、铁闪锌矿、方铅矿等。

区内有较大的花岗岩体，但矿体并未产在接触带上。围岩蚀变主要有夕卡岩化（石榴石、钙铁辉石夕卡岩）、硅化、碳酸盐化、绿泥石化、蛇纹石化、钾长石化和绢云母化等。其中夕卡岩与铁矿关系密切，矿体往往产于其中。

关于矿床成因，有多种认识，我们认为可能是沉积菱铁矿床经花岗岩的改造，形成层状接触交代铁矿床。

3. 广东铁坑坳铁矿床 位于华夏古陆边缘的永（安）—梅（县）凹陷带内，出露的地层有泥盆系、石炭系和二迭系等。矿体赋存于中、下石炭统地层之间（图5）。

区内有花岗岩侵入，但矿体亦未产在接触带上。围岩蚀变有碳酸盐化、绿泥石化、夕卡岩化和黄铁矿化等。

矿体呈似层状、透镜状产出，矿石矿物主要为磁铁矿，另有少量黄铁矿、黄铜矿和锡石。矿石呈细粒半自形晶结构，块状和条带状构造。

该矿床和马坑铁矿床是在同一成矿凹陷带上，故其成因可能也是相同的。

从上述接触交代铁矿床实例中，可以明显的看出这类铁矿床有几个特点：矿体赋存于一定的层位内，呈层状和似层状产出，矿体产于一套碎屑岩—碳酸盐岩建造之间，矿床附近岩浆活动强烈，从而夕卡岩化普遍，而且与铁矿体紧密伴生。这些特点正好可以和菱铁矿床的特点进行对比，两者之间的主要差别在于岩浆活动和围岩蚀变的强弱上，即在接触交代铁矿床范围内，岩浆活动和围岩蚀变较之菱铁矿床强烈得多。

（二）石炭纪铁矿床含矿岩系对比

我国南方石炭系地层，由于各处地壳运动发展的不平衡性，在岩相和矿层位置的高低上是有差别的，在中石炭世，有较大的黄龙期海浸，形成一个面积宽广的黄龙海，并以中石炭统黄龙灰岩为标志。我国南方石炭系地层是可以对比的。另外，随着黄龙期的海浸，在一些古陆边缘的凹陷带内沉积了铁、锰、铜、铅、锌和黄铁矿等矿床。这些矿床虽经以后的地质作用（特别是岩浆侵入作用），在不同程度上改变了原来的面貌，但若以含矿岩系来进行对比，还是可以看出它们在成矿时代和赋存部位上基本是一致的。如图6、7所示，不管是沉积或沉积改

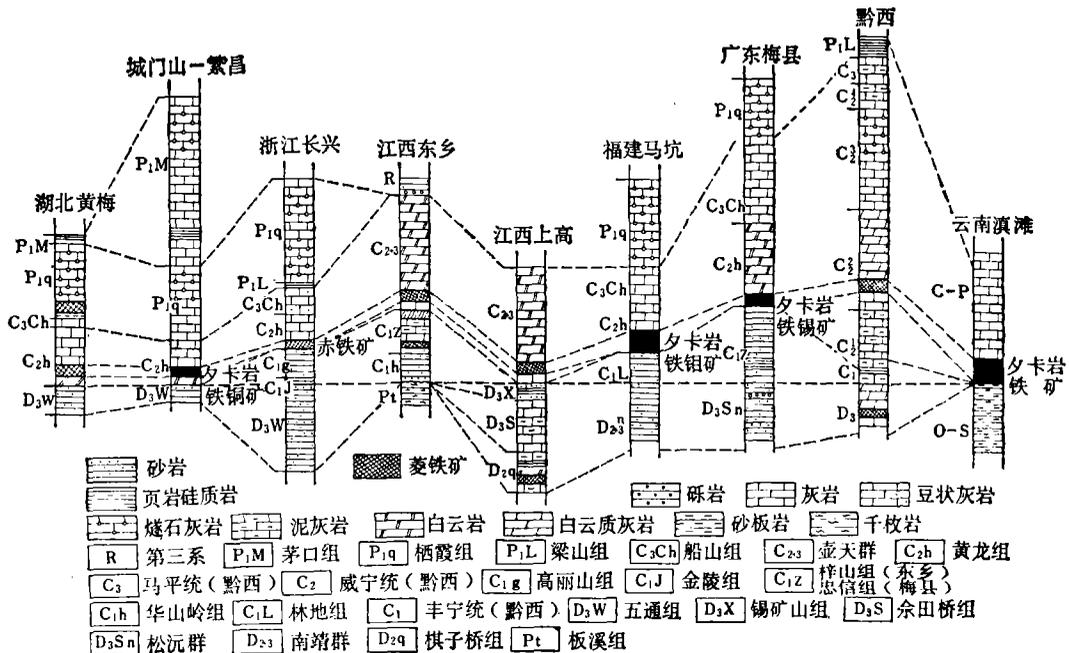


图6 我国南方石炭纪含矿岩系对比图

造菱铁矿床，还是接触交代铁矿床，它们大都产生中石炭统黄龙组的底部或靠近底部的

范围内，赋存于碎屑岩建造向碳酸盐岩建造过渡的部位。

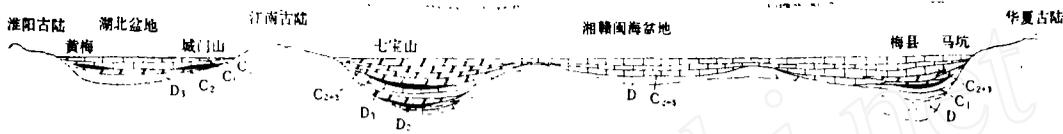
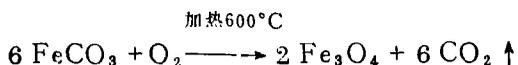


图7 我国南方泥盆—石炭纪沉积岩相剖面示意图

三 菱铁矿床和层状接触交代型铁矿床的联系

从以上含矿岩系的对比来看，在石炭系地层中，特别是中石炭统地层内，有沉积—改造型菱铁矿床和接触交代型磁铁矿、镜铁矿床产出。这些矿床的矿石类型及伴生元素虽各不相同，但矿体的赋存部位却是一样，矿体的产状和地层产状基本一致，矿石中有反映原始沉积特点的鲕状和生物结构，以及层状、层纹状、条带状构造。当然，有些矿床被改造的程度较深，已难于识别原始面貌，但其含矿层位却没有大的变化，只是矿石矿物重新结晶改变性质，同时有较强烈的夕卡岩化出现，从而形成接触交代型铁矿床，这主要是由后来的岩浆侵入改造的结果，这种改造可由下列方式来解释：

在菱铁矿矿石焙烧试验中，在600℃温度内加热一段时间，菱铁矿就可转变成磁铁矿，放出二氧化碳：



由这个反应可推想，一个菱铁矿体在地下，只要有热源，使它在600℃高温内作用，同时又有一定的氧分压使其氧化，这样，菱铁矿体就可以被改造成磁铁矿体，并放出大量二氧化碳。若这个热源是一个炽热的岩体（不论是中性岩或酸性岩），它本身除带来热量外，同时在岩浆热液中又有较高的氧分压，这就具备了使菱铁矿体转变成磁铁矿体的基本条件。

当这个反应是在地下一个封闭系统内进行时，释放出的二氧化碳不能向外逸出。随着反应的不进行，系统内二氧化碳不断增加，达到饱和状态，即化学位足够高时，就能阻止菱铁矿的分解和改造，从而使磁铁矿体中可残留部分菱铁矿，这时在系统内反应达到平衡。这一平衡的系统随着温度的下降，又会出现新的反应，即当温度下降时，出现热水溶液，系统内的二氧化碳溶解到水溶液中，形成H₂CO₃，从而改变了原来的氧化环境，并使二价铁还原成三价铁。这时溶液中的Fe²⁺和CO₃²⁻结合，就出现了新的菱铁矿液，它可穿插到已改造成的磁铁矿体及围岩中，形成所谓接触交代型菱铁矿床。

另外，岩体的侵入不仅带来了热能和足够的氧分压，同时带来较多的富硅残余熔体，它们和菱铁矿体中的碳酸盐起交代作用，就形成一系列夕卡岩矿物，从而使菱铁矿床，被改造成成为接触交代型磁铁矿床。当这个岩体所带的残余熔体中有一定的铁液时，则可使原来的铁矿体进一步富集，若还带有其他元素（如钼、锡、钨等），就可以迭加于铁矿体之上，形成两种或两种以上元素组合的矿床。

当原来的矿床是赤铁矿时，在受岩浆热液改造时，就有两种可能：一是当有还原剂时（自由碳、气态的CO或H₂），赤铁矿可被还原成磁铁矿；在有较高的温度和氧分压时，赤铁矿则会发生重结晶，形成镜铁矿。

对于以上的推理，仅根据成矿时代和含矿岩系的对比，结合焙烧试验的结果而得出的。若这种认识是符合客观实际的话，在今后的找矿过程中，将会有更多的发现。