

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

中国宁乡式鉄矿的岩相古地理条件 及其成矿規律的探討

廖 士 范

一、緒 言

中国南方宁乡式鉄矿,分布很广,工业意义很大,是普查勘探鉄矿的重要对象之一。

1. 宁乡式鉄矿发现經過及其名称問題

“宁乡式鉄矿”最初名为“萍乡式鉄矿”,由丁文江第一次在江西萍乡泥盆紀地层(丁文江当时誤認下石炭統)中发现鉄矿而得名。1933年,在謝家榮、程裕淇著“揚子江下游鉄矿志”中改称为“宁乡式鉄矿”^[25],其后便逐漸为我国地質界所公認。1934年,王曰伦、程裕淇等在湖南宁乡鉄矿作了較詳細的地質調查之后,对它的地質时代、矿床地質等,有了初步的了解。虽然鉄矿层位各处不同,但是其地質特征一般都大同小异,因此以后一般人便逐漸把所有泥盆紀地层中的沉积鉄矿都称为宁乡式鉄矿了。本文也沿用这个意見。有人主张泥盆紀地层中的鉄矿,按其层位不同再分許多式,看来也沒多大实用意义,因为我国各地层中差不多都有鉄矿的沉积,这样,“式”就更多了。又有人認为所謂“式”,对沉积鉄矿來說,只指层位不同而不具地質意义,即是按层位来分式,实际上这也是錯誤的。因为一个地質时代中的某一个层位,就可能有几个不同的“式”,或不同工业类型的鉄矿。例如,貴州下二迭統底部的鉄矿,虽同属一个层位(即栖霞底部煤系)的沉积鉄矿,在貴州东南部为結核状菱鉄矿,称“炉山式”;而在貴州北部都为层状或似层状的褐鉄矿(含鉄綠泥石风化的),称“涪陵式”鉄矿。其他这样例子还多,可見要看具体情况对待。

2. 宁乡式鉄矿几个成矿区及其分布

为了討論方便起見,根据現在已知鉄矿产地的分布,結合各区鉄矿地質特征与成矿条件,可以将中国宁乡式鉄矿分成下列七个成矿区,如下表:

名 称	鉄 矿 产 生 层 位	分 布 地 区
鄂湘成矿区	上泥盆統上部写蓮寺組中	大部分在湖北,部分在湖南及四川
湘中成矿区	上泥盆統上部錫矿山組中	湖南的中部
湘赣成矿区	上泥盆統下部余田桥組中	湖南东部江西西北
黔南成矿区	主要的在中泥盆統宋家桥砂岩底部	貴州南部西北
桂北成矿区	主要在中泥盆統小山砂岩中	广西中部北部
滇东成矿区	主要在中泥盆統中	云南东部、东北部
龍門山成矿区	中泥盆統弄馬垭組及觀音山組中	四川北部

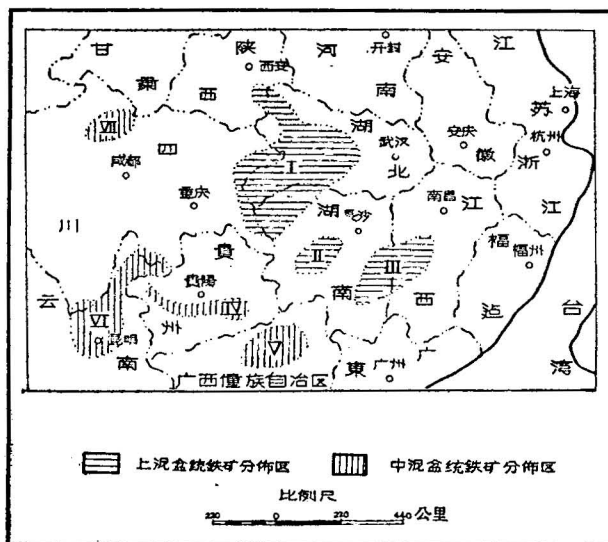


图1 宁乡式铁矿成矿区分布示意图

I. 鄂湘成矿区；II. 湘中成矿区；III. 湘赣成矿区；IV. 黔南成矿区；
V. 桂北成矿区；VI. 滇东成矿区；VII. 龙门山成矿区。

二、宁乡式铁矿成矿区及矿床特征

1. 鄂湘成矿区

鄂湘成矿区的铁矿，是沉积在鄂湘浅海盆地中的。这个浅海盆地位于江南古陆山带以北，淮阳古陆南缘，西近上扬子古陆的东麓。（图2）

当时的海水，系由南秦岭海槽侵入。有人曾认为华南浅海盆地的海水，在贵阳东北部曾与鄂湘浅海盆地沟通。据廖士范等的资料^[23]，可以证实这地区并没有海峡，海水也不相通。鄂湘浅海盆地，在上泥盆纪时，北面虽有海峡与南秦岭相通，但其出口处有武陵山地阻塞，因此几乎为一四面封闭的内陆盆地，给鄂湘成矿区一有利的古地理条件。（图3）

这样的浅海盆地，一方面物质来源广，也有利于四周古陆上剥蚀物质的汇集；另一方面，海水较平静，有利成矿。

这个成矿区的含矿层，产于晚泥盆世写经寺组中，含矿层及上下围岩均属浅海之海进沉积。在该区地层剖面中（泥盆系），由下而上，碎屑物质由粗（石英砂岩）变细（绿泥石砂页岩及细砂岩），即得到证明。同时，本区之含矿层上下围岩均是碎屑物沉积，滚圆度及分选性好；矿石均属鲕状结构，由赤铁矿、鲕绿泥石及菱铁矿组成；含矿层中及上下围岩中盛产腕足类化石，这些都是浅海沉积的特征。

鄂湘成矿区位于八面山褶皱带及江汉拗陷区内^[12]。这一带虽为准地台区，构造较简单，但由于箱状或梳状褶曲较为常见，出露于两翼的含铁矿层，常因倾角急陡，造成勘探困难。

2. 湘中成矿区

根据刘鸿允的“上泥盆纪古地理图”^[6]，可知湘中成矿区之铁矿，是沉积于江南古陆山

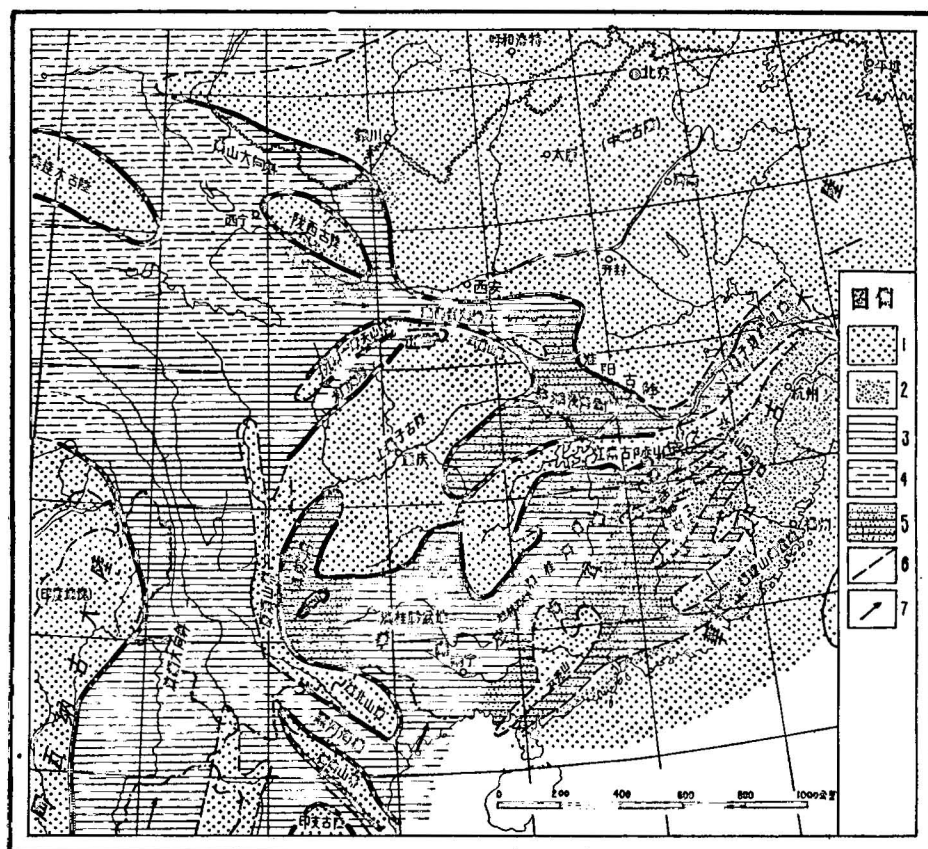


图2 我国滇桂湘黔鄂川黔晚泥盆世岩相古地理示意图

(根据刘福九资料修改)

1. 古陆侵蚀区；2. 陆相粗粒碎屑物质堆积区；3. 浅海至半深相粉砂岩页岩碳酸盐组沉积区；4. 可能系浅海至半深相沉积区；5. 浅海至深海相粉砂岩砂岩碳酸盐岩组沉积区；6. 海陆未明确界线；7. 海侵方向。

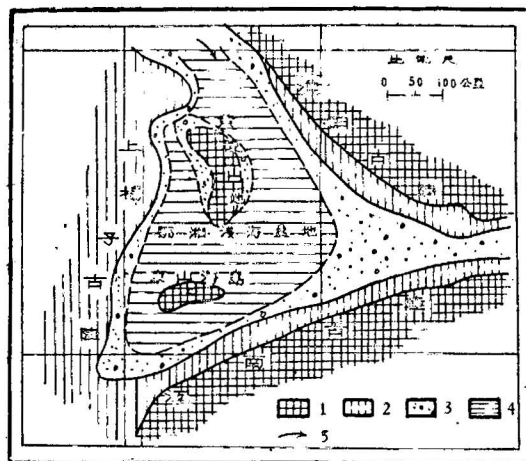


图3 鄂湘成矿区晚泥盆世铁矿沉积时岩相古地理示意图

1. 前寒武系变质砂页岩系组成的古陆侵蚀区；2. 下古生界页岩、碳酸盐岩组成的古陆侵蚀区；3. 海陆交替相或滨海相石英砂岩、粗砂岩沉积区；4. 浅海相砂页岩夹硬赤铁矿、红绿泥石或钙质页岩、泥灰岩夹菱铁矿、红绿泥石岩组沉积区；5. 海水侵入方向。

带的东南侧,华南浅海盆地湘桂海槽的西北部分(见图2)。当时海岸线虽有弯曲,但并非海盆地;铁质仅靠江南古陆山带供给,而供给也有限。因此,本成矿区的古地理条件不如鄂湘成矿区。

江南古陆山带,主要为前震旦纪板溪群的变质頁岩、砂岩和部分早古生代的頁岩、石灰岩组成。

本区位于华南准地台湘赣褶皱带内。区内复式向斜发育,在向斜中常出现很多次一级背斜和向斜。断层倾角大小均有,与构造线斜交或平行出现。

本成矿区的泥盆纪地层,特别是与铁矿沉积有关的锡矿山组,沉积的物质与鄂湘成矿区相同。含矿层夹在绿泥石頁岩中,其下为石英砾岩、砂岩,以上为粘土頁岩及泥质石灰岩,均产丰富的腕足类化石,同为浅海的海进沉积。从含矿层上下围岩中腕足类化石丰富及沉积物来判断,当时气候是湿润的。泥盆系与下伏奥陶系为不整合接触,说明加里东运动在本区是造山运动。

3. 湘赣成矿区

这个成矿区的铁质沉积在赣湘岛海中。岛海有华夏古大陆,西为湘东半岛,其出口处有天子山古岛及云阳山古岛将大海阻隔(图4)。

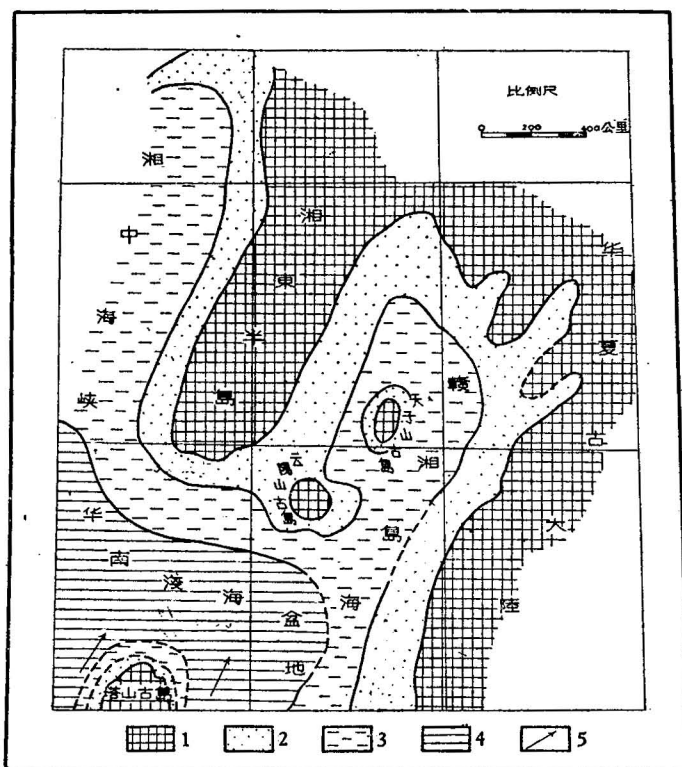


图4 赣湘成矿区晚泥盆世铁矿沉积时的岩相古地理示意图

1. 元古代变质砂页岩系为基岩的古陆剥蚀区; 2. 浅海相砂页岩夹鲕状赤铁矿绿泥石铁矿的岩组沉积区; 3. 浅海相粉砂岩夹鲕状赤铁矿, 绿泥石, 菱铁矿岩组沉积区; 4. 浅海相至半深海相的石灰岩岩组沉积区; 5. 海侵方向。

这个岛海邻近的古陆、半岛、或者古岛都是由元古代板溪群的变质頁岩及砂岩組成，是沉积区的物质来源地。从古陆古岛上冲刷下来的物质(包括鉄质)，即汇集于岛海中，因此，这里是一个沉积条件较好的地区。

成矿区在华南准地台湘桂赣带的东部。由于受南北向应力的影响，含矿层常成許多倒轉的向斜与背斜，軸向近乎东西。接近侵入岩的含矿层，常受侵入岩的影响，赤鉄矿变成磁鉄矿，含硫、磷的矿物加多。

根据这个成矿区的含矿层产状及分布情况，距当时(泥盆紀鉄矿沉积时)海岸较远的地区，如成矿区的中部及西南部，以沉积細粒碎屑物质为主，并夹有生物化学沉积物，系夹鲕状赤鉄矿及碳酸盐鉄矿的粉砂岩相沉积区；而近岸成矿区則以碎屑沉积物为主，顆粒较粗，具机械分异特征，系鲕状赤鉄矿的砂岩相沉积区(见图 4)。含矿层及上下围岩中都含有很多腕足类化石，整个余田桥組(鉄矿沉积的层位)岩石的碎屑顆粒由下而上逐渐变細，含矿层上面往往为粘土頁岩，証实含矿层及上下围岩属浅海相海进沉积。

4. 黔南成矿区

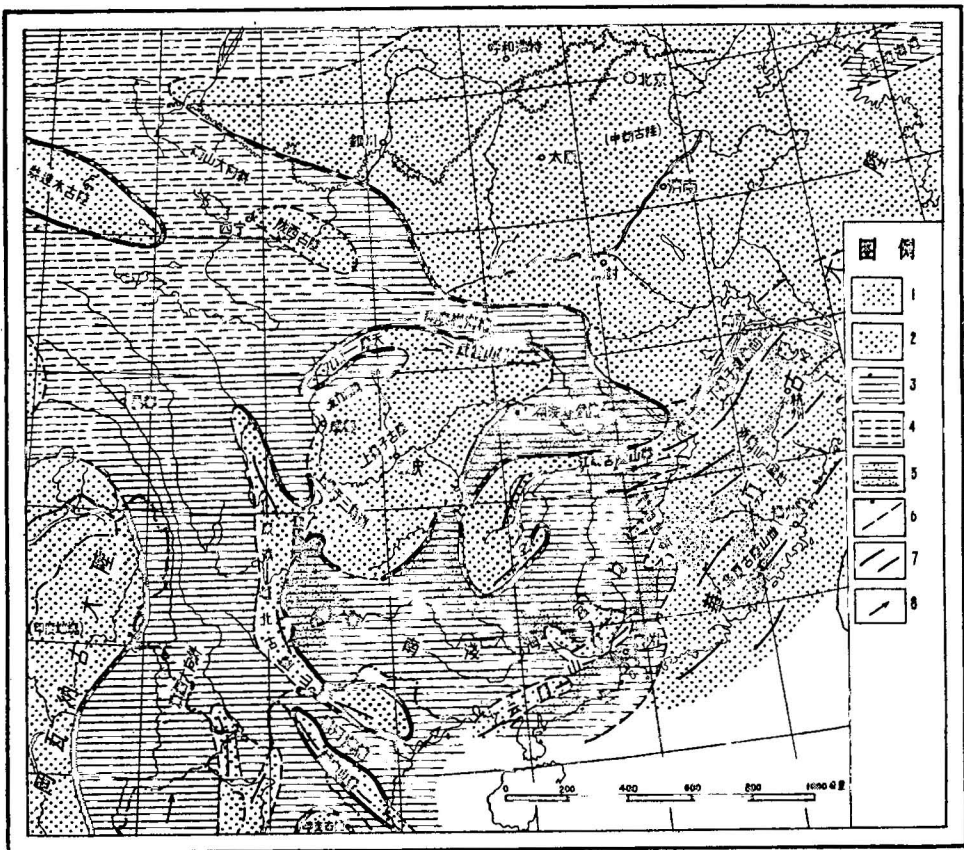


图 5 我国湘桂湘赣鄂川黔中泥盆世岩相古地理示意图

(根据刘树允资料修改)

1. 古陆沉积区； 2. 陆相堆积区； 3. 海相沉积区； 4. 可能海相沉积区； 5. 浅海相或滨海相石英砂岩、砾岩或砂页岩夹鉄矿岩組沉积区； 6. 未明确的海陆界线； 7. 加里东褶皱； 8. 海侵方向。

根据刘鴻允的“中国中泥盆纪古地理图”^[6], 黔南成矿区的铁矿沉积于华南浅海盆地的北缘, 江南古陆山带的西南麓, 上扬子古陆的南侧 (详见图 5)。本区在扬子准地台滇黔褶断区内, 属地台性质。含矿层倾角平缓, 很少次一级褶皱。根据这个地区的实际材料及具体情况, 我们可以作出这个地区的岩相古地理示意图。(图 6)

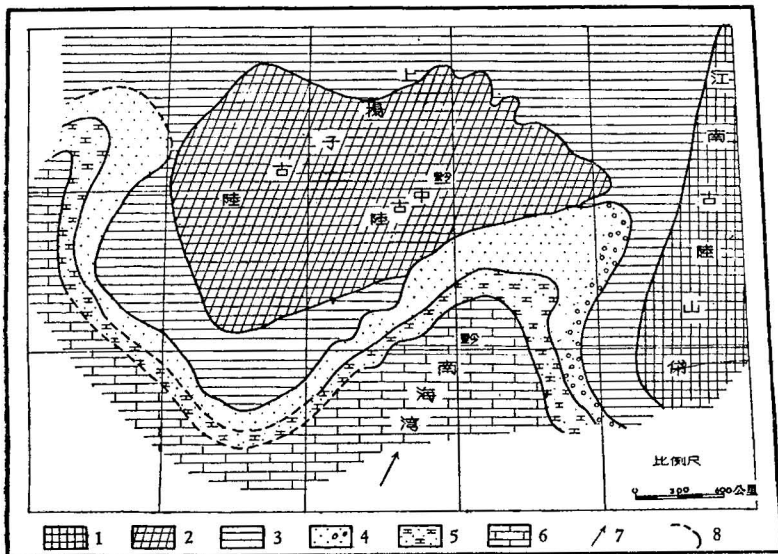


图 6 黔南成矿区中泥盆世铁矿沉积时岩相古地理示意图

1. 元古代板溪群变质页岩、砂岩为基岩的古陆剥蚀区； 2. 寒武系白云质石灰岩为基岩的古陆剥蚀地区； 3. 奥陶系至志留系石灰岩及页岩为基岩的古陆剥蚀区； 4. 滨海沙滩相石英砂岩、砾岩夹鲕状赤铁矿或赤铁质砂岩岩组沉积区； 5. 浅海相石灰岩、砂岩为主夹赤铁矿或赤铁质砂岩岩组沉积区； 6. 浅海相石灰岩砂页岩或硅质岩组沉积区； 7. 海侵方向； 8. 实测及推测的沉积相分界线。

这个成矿区的泥盆纪地层, 向北或向东均渐次减薄, 甚至尖灭。近古陆的地区, 多为碎屑沉积物, 碎屑的颗粒较粗大; 而远离古陆则碎屑物减少, 颗粒细, 但是仍为砂岩相, 并没有分选出粉砂岩或泥质岩时, 即行沉积碳酸盐岩石 (图 6)。为了说明这个问题, 作者将此铁矿沉积地区为黔南海湾。由于黔南海湾开阔, 成矿区古地理条件并不理想。

本成矿区之含矿层以下为石灰岩, 上复为石英砂岩, 铁矿系海退沉积, 这与其他几个成矿区的情况有些不同。含矿层及上下围岩的碎屑颗粒粗大, 有时为砾状砂岩, 碎屑物质为石英, 或黑色燧石, 有时为方解石碎屑; 滚圆度及分选性均较好; 胶结物为碳酸盐、铁质等; 并且盛产腕足类、三叶虫及芦木等动植物化石, 因此推测含矿层及上下围岩为滨海沙滩相之沉积, 气候温湿。

由于中泥盆统与志留系地层具微不整合; 志留系为浅海相或半深海相页岩, 中泥盆统底部为石英砂岩及砾岩, 属滨海相^[24], 沉积不连续, 据此推知, 加里东运动在本区具有造山运动的象征, 一般地说, 仍应属造陆运动的范畴。

5. 桂北成矿区

铁矿沉积在江南古陆山带的南麓, 云开山带的北西缘, 是华南浅海盆地的一部分 (见图 5)。本区位于华南准地台上的桂湘褶皱带中, 部分跨入右江褶断区。

主要含矿层产在中泥盆统的小山砂岩中。根据这个地区的实际资料, 小山砂岩沉积

时,近岸部分以粗粒碎屑物质沉积为主,如砾状砂岩,石英砂岩等。而远离海岸部分即以细粒沉积物为主,如细砂岩及石英砂岩等。铁矿石含 SiO_2 比较低,机械分异清楚。由于含矿层及上下围岩中腕足类化石很多,有滚圆度较好、分异清楚的砂岩及砾岩,因此可知本成矿区属海相至滨海相,并且沉积时气候温湿潮湿。含矿层一般属海进沉积,但也有些地方属海退沉积。由于泥盆系与中、下奥陶统岩层是不整合接触,说明加里东运动在本区为造山运动。除中泥盆统小山砂岩夹有铁矿层之外,下泥盆统四排页岩及上泥盆统榴江组中都夹有铁矿层,但价值较小,成矿地质情况与中泥盆统小山砂岩中的大体相同。

6. 滇东成矿区

滇东成矿区的铁矿,沉积在滇越北古陆山带的东侧,上扬子古陆的西南缘,牛首山的西北麓之滇东海湾中(图5)。陆缘物质供给较为广泛,成矿古地理条件较好。大地构造性质与黔南成矿区相同。含矿层平缓,倾角多在 $10-30^\circ$, 构造简单。

含矿层产在中泥盆统中,计有两个含矿层,两个含矿层中夹有砂页岩 20—50 米,其以下为砾状砂岩(8—10 米),上部为砂页岩(10—20 米),再上即为石灰岩,均含腕足类及植物化石碎屑,属浅海相海进沉积。

7. 龙门山成矿区

龙门山成矿区的铁矿,在中泥盆世时,沉积在九顶-摩天岭的东南山麓,上扬子古陆的北缘之龙门山海湾中(图5)。本区处于松潘甘孜褶皱系摩天岭褶皱带中。含矿层产于中泥盆统养马坝组及观雾山组的砂页岩中,上泥盆统沙窝子组也有许多薄的含矿层,产于白云岩及石灰岩夹页岩状石灰岩中。下泥盆统为平坝铺砂岩,泥盆系共厚 900—2400 米,与志留系不整合。含矿层及围岩产珊瑚、腕足类化石较多。属浅海相海进沉积,成矿时气候温湿。加里东运动在本区表现为造山运动。含矿层层数多而薄,志留系及石炭系中也含有铁矿。铁品位中等,系鲕状赤铁矿。含矿层连续性差,每个含矿层延伸数百米即行尖灭。地质构造复杂,局部因受辉绿岩墙的侵入,赤铁矿灼热后常变为磁铁矿。

总上述,宁乡式铁矿有下列特点:

(1) 宁乡式铁矿都产在泥盆纪地层中,含矿层盛产腕足类、珊瑚化石。

(2) 铁矿成层状,单层或多层,夹在砂页岩中。地台或准地台上的铁矿,一般层数少而稳定;地槽区或准地槽区的铁矿层较多,不稳定。

(3) 矿石均呈鲕状、或球状结构,个别为似鲕状或砂粒状结构。矿石中,以赤铁矿为主,绿泥石、磁铁矿、菱铁矿、方解石、褐铁矿、石英等也常见。

(4) 矿石一般含铁量为 40—48%, 也有含 27—35% 的。一般深部原生矿石含铁量低,地表氧化部分矿石品位偏高。矿石中含 CaO 、 MgO 少,多为半自熔或自熔矿石。矿石中 TFe 、 SiO_2 及 $\text{CaO} + \text{MgO}$ 相互消长;其余 Al_2O_3 及其他元素均略稳定,含磷高,而含硫低。

(5) 含矿层并非连成一片,延展数百公里以后即行消灭或递变为铁质砂岩,再隔几百公里至数公里始现含矿层。

(6) 铁矿受一定变质作用,使矿石中石英有自熔现象和被绿泥石、赤铁矿等交代,各矿物也有互交代现象。鲕状矿物变成了扁平椭圆形。由于侵入岩的影响,既有磁铁矿的生成,硫磷也增多了。

三、成矿规律的初步探讨

1. 铁质的来源

铁质的来源,目前研究宁乡式铁矿的中国地质学家意见是趋一致的。他们都认为,铁质是来自海盆附近的古陆。由于古陆上的含铁岩石风化后,铁质被水冲至海盆或海湾中沉积下来,而后形成含矿层。作者也同意这个意见。因为:1)含矿层是多层的,与砂页岩成互层,或者成单层夹于砂页岩中,这说明铁质及含矿层之上下围岩的碎屑物质来源相同。当然铁质较其他碎屑物质来源的具体位置尚可能有远有近,根据一般碎屑岩的沉积原理,地壳上升愈快,基底岩石剥蚀冲刷愈剧烈,这些冲刷下来的物质往低洼部分堆积也愈快。低洼部分,下降幅度愈大,堆积的愈厚。宁乡式铁矿沉积时附近总是有古陆存在(见图2—6),因此宁乡式铁矿的物质来源与当时附近古陆有关,这并不是没有根据的。2)从含矿层中许多事实,也可以说明铁矿中的碎屑物质来源于古陆。例如黔南成矿区的含矿层中,就常常发现有东面古陆上震旦纪地层中所特有的黑色燧石碎屑,其他地方的震旦纪地层中就少或没有。这些黑色燧石碎屑颗粒粗大,很难想象是其他原因的沉积物。颗粒粗大物质多沉积在近岸部分。这些说明矿石中的碎屑物质是来自当时的古陆。

沉积铁矿形成时,铁质的来源有二,一是来自海底火山喷发;一是来自大陆上含铁岩石的风化。分析了中国南方泥盆纪的岩相古地理情况及沉积建造后,我们知道泥盆纪时,中国南方大范围内并无火山喷发,因此可以断言铁质来源不是海洋本身,而应是大陆含铁岩石风化的产物。

照一般道理,由于古陆上岩石性质不同,含铁量的不同,因此冲刷下来的物质也有多有少,沉积成铁矿后便有贫有富。例如基性岩及超基性岩含铁成分要多些,其余的就少些。据目前所知,在宁乡式铁矿沉积时,海湾及海盆附近的古陆或古岛,除了为元古代板溪群或昆阳群的变质页岩及砂岩之外,便是早古生代的页岩及石灰岩或白云岩了,其含铁量都是差不多的,这就是宁乡式铁矿品位大同小异的一个重要原因了。可是事实并不是这样。

2. 铁矿沉积的环境与品位的贫富问题

由于矿石具鲕状结构,含矿层及上下围岩都含有腕足类、珊瑚等化石,无疑海相沉积时的气候是潮湿湿润的。矿石中具氧化铁(三价铁),说明铁矿是氧化条件下沉积的。同时矿石中硅酸铁(如绿泥石)及碳酸铁(如菱铁矿)等二价铁也不少。二价铁的沉积,却又是氧缺乏的结果,一般是还原条件下沉积的产物。基于此铁矿生成于浅海或滨海(如黔南成矿区),一般是介乎氧化条件至还原条件之间的沉积物,即当时海水的pH值大约是3—7,有时则略偏于氧化条件(例如黔南成矿区的铁矿),有时则又略偏于还原条件(例如鄂湘赣成矿区)。在同一个铁矿区的铁矿,由于所处的古地理部位不同,当时海水的深浅有区别,他的化学条件也略有不同。

黔南成矿区的铁矿,其中都是氧化铁(三价铁),说明沉积时氧气充足,海水较浅。矿石中石英碎屑颗粒粗大;假鲕状或圆球状的鲕子中都具有石英或方解石碎屑,有时更为砂粒状。这些都证明当时为滨海沙滩相沉积,这样的沉积环境含铁低。照H. M. 斯特拉霍夫及M. C. 什维佐夫等的意见:铁矿沉积在砂岩中的,含铁品位照例很低,最好是在远离

海岸的粉砂岩或泥岩中,鉄的品位才较高,如果沉积物轉变成泥灰岩,鉄的含量又下降了,而石灰岩中含鉄量最少。中国宁乡式鉄矿的实际情况正証明了这一点。前面說过,黔南成矿区的鉄矿,矿石中的碎屑物质顆粒极粗,为砂岩相,含鉄品位低。这种砂岩相,并未按照一般的机械分异而逐渐沉积粉砂岩及泥岩,它由砂岩相很快地就过渡为石灰岩相(见图6)。石灰岩中又往往有赤鉄质石灰岩,含鉄品位很低,因此要想在黔南成矿区找到富矿,恐怕較难。石灰岩中鉄的品位最低,H. M. 斯特拉霍夫认为:“这是由于一切碳酸盐类物质增长的渗和作用的影响”^[17]。

除了黔南成矿区,桂北及湘中成矿区的一部分本式鉄矿有这样情况以外,一般的宁乡式鉄矿都是粉砂岩及泥岩相,因此鉄矿品位一般的比較高了。

鉄矿品位貧富,除上述因素外,还与海水的进退有关。宁乡式鉄矿一般是海进沉积的,只黔南成矿区的鉄矿,系海退沉积的。这一成矿区的含矿层数与厚度,距古陆稍远而层数就較多,厚度也稍大(图7);反之距古陆較近,层数少,厚度也較薄(图7)。鄂湘成矿区、湘中成矿区及湘赣成矿区等都是海进时沉积的鉄矿。这含鉄矿的层数与厚度,距古陆稍远层数少、厚度小;反之,即层数多,厚度大。(图8)

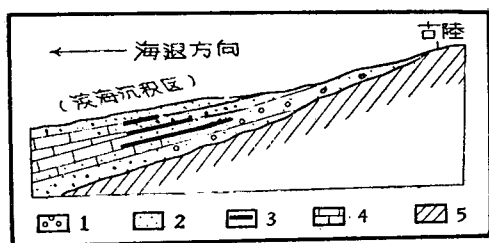


图7 黔南成矿区的海退沉积剖面示意图

1. 砾岩沉积; 2. 粗砂岩沉积; 3. 鉄矿层沉积;
4. 石灰岩沉积; 5. 古陆基底岩石。

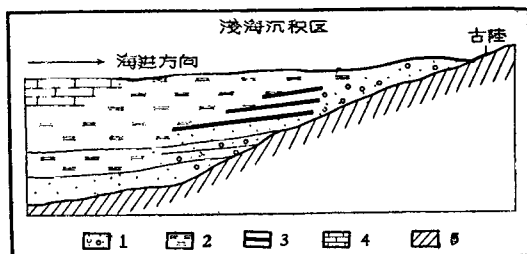


图8 海进程序的鉄矿沉积剖面示意图

1. 碎屑岩沉积; 2. 粉砂质或泥质岩沉积; 3. 鉄矿层沉积; 4. 泥灰岩或砾岩沉积; 5. 古陆基底岩石。

这现象产生的原因还没搞清楚,中外学者也很少討論这个问题,笔者初步认为:可能是由于鉄质在沉积作用进行当中,海退时,近岸部分的海水深度减少,海水的 pH 值减小,电位势(Eh)增大,原来为鉄矿沉积較为良好的地区,渐次变为不好的地区,这样就不沉积鉄矿了,仅有原来沉积的那层鉄矿,致使近岸部分鉄矿层数减少、减薄;远离海岸部分,鉄矿层数加多,厚度加大。

海进时,情况恰好相反,近岸部分原来沉积鉄矿的地区,由于海侵、海水渐次加深、pH 值渐次加大、电位势(Eh)减小,鉄矿沉积条件稍差,但此时比較远离海岸部分,则 pH 值更大,电位势更小,以至鉄质无法沉积。

3. 鉄矿沉积条件与古地理的关系

鉄质虽很多,但是古地理环境对沉积鉄矿不适宜,显然也无法沉积成矿;相反,光有好的古地理条件,没有鉄质,那也是无法沉积成品位高、规模大的鉄矿,可見这两个因素是互为因果、互相制約的,是一个辯証的关系。例如,鄂湘成矿区几乎是封閉的内陆古海盆地(见图3),四周都有物质(包括鉄质)供給,这就为鉄矿的堆积創造了物质基础,又加上大海洋中的大风暴,不易侵袭到这个内陆盆地中来,古海盆面积巨大,海水比較平靜,有利沉

积作用(胶体化学沉积)的进行;这就是该区铁矿品位高、规模巨大的主要原因了。

湘赣成矿区原是一个海湾中的岛海区,这个岛海三面环山(见图 4),出口处又有几个古岛阻隔,所以这一区的古地理条件也是比较理想的。这个成矿区的铁矿品位高、规模大,就不是偶然的事了。

黔南成矿区的古地理条件,就远远不如上述二处了,它沉积时的古地理,海岸线大体说来是直的,不弯曲,又无古岛与大洋阻隔,是一个开阔的海湾(见图 6),大洋中的暴风巨浪容易袭击,铁质沉积区(滨海区)的海水无法平静,不利胶体化学沉积的发生。陆源物质(包括铁质)的供给也受限制,因此它的品位低,规模小就不难想象了,黔南成矿区的实际情况正如此。

另外还有一个事实需要讨论一下,通常海岸总有一个坡度,离海岸愈远深度愈大,古海盆地或岛海的中央部分为什么不深得使铁质无法沉积,而能够保持大面积内有铁矿沉积呢?因为志留系沉积以后,地盘开始上升,例如上扬子古陆,有的原来便是古陆(例如江南古陆山带及华夏古陆)(见图 2 及图 5),此时更加上升。此区中一部分下陷便成为海盆地或岛海区,中间经过一段侵蚀间断以后,中泥盆世的海水侵入(可能有一部分在早泥盆世的后期就已开始侵入海水)沉积了中泥盆世岩层,到晚泥盆世铁矿沉积以前,这个海盆地或岛海区的基底,基本上已大致填平,这样就有可能使整个海盆地或岛海中都成为海水深度大致相等,而在比较大的面积内发生大致相同的浅海相的铁矿沉积。这些地区,中泥盆统的底部有粗粒的石英砂岩或者砾岩等碎屑岩堆积,而且常常厚度各处不一就与这个原因有关。

黔南成矿区的古地理就没上述情况,碎屑物质无法填平那个海湾,因此铁质沉积的面积比较起来就要窄狭,铁矿规模也就小了。

4. 铁矿沉积时的机械分异及化学分异

前面已经说过,矿石一般均呈鲕状、圆球状,个别的地方也有似鲕状、豆状等。这些都是胶体化学沉积的特征;此外矿石中还有石英、方解石等碎屑物质,因此还有机械沉积的象征,后者在黔南成矿区显得突出些。

根据目前所掌握的实际资料,可以得出这样的初步认识:

(1) 沉积在距古海岸较近的地区,矿石中碎屑物质较多,颗粒也较粗;离古海岸较远的地区,碎屑物较少,粒度也较小。宁乡式铁矿沉积时的机械分异现象,正合乎一般沉积学的原理。机械分异常随碎屑物质的多少而异,碎屑物多时,以机械分异为主;否则机械分异为次,这时化学分异占主要地位了。例如黔南成矿区的机械分异现象就比较明显些,除了个别地区(例如桂北成矿区的部分地区)外,其他成矿区一般都是胶体化学沉积多些,化学分异的现象也明显些。

(2) 矿石沉积时普遍的有这样的现象,近岸部分的沉积物,除氧化铁(三价铁)之外,多为硅酸铁(如绿泥石等二价铁)。远离海岸或当时海水加深时,则碳酸盐类矿物加多,除了菱铁矿之外,还有方解石、白云石等。几乎各处都有这样的现象。

根据矿石化学分析资料,矿石中 TFe 、 SiO_2 及 $\text{CaO} + \text{MgO}$ 的成分相互消长;其中在同一成矿区的各处大致都差不多, SiO_2 与 $\text{CaO} + \text{MgO}$ 则常随沉积时距古陆的远近而增减。决定化学分异的主要因素,是当时海水中的 pH 值。A. Д. 阿尔汉格尔斯基在

論述鋁土矿的成因时,曾介紹了布雷頓对 pH 值的变化与 Fe、Al 及其他元素析出的順序的實驗,他說“三价鉄的析出是海水中 pH 值为 2 时开始,到 pH 值为 4.1 时則 Al 开始析出, pH 值为 5.5 时析出二价鉄, pH 值是 7.4 时析出 CaCO_3 , Mn 析出时 pH 值是 8.5—8.8, pH 值到 10.5 时 Mg 才析出”^[9]。宁乡式鉄矿沉积时,在浅海或滨海各部位析出的化学元素,由这些元素組成的矿物,矿物的生成順序,都合乎上述的原理。因为滨海部分,海水較浅, pH 值小;浅海地区,往往海水較深, pH 值增大。因此,浅海地区二价鉄及碳酸盐类多些,而滨海相沉积,即三价鉄多些。同时,浅海区的海水,一般說来,近岸部分,海水浅, pH 值小;而远离海岸部分, pH 值增大,因而造成了近岸部分三价鉄多,而远离海岸部分二价鉄多。

5. 鉄矿沉积与大地构造的关系

泥盆紀与志留紀地层之間,普遍存在不整合或微不整合、假整合,証明加里东运动在鉄矿沉积区普遍存在。加里东运动結果,原来不是古陆的上升成古陆了,如上揚子古陆;原来是古陆的亦繼續上升,如江南古陆及华夏古大陆。泥盆紀沉积区相对下降。因此古陆上剝蝕冲刷的速度加快,沉积区堆积加厚。古陆上冲刷下来的鉄質一般呈胶体溶液或悬浮物,随着地表水流入浅海或滨海中,先沉积碎屑物質及易于分解出来的化学元素,而鉄等待化学条件适宜才析出沉积。因此,沉积的碎屑物質总是要多些,而鉄仅为碎屑物的夹层,并且总是在碎屑物質过渡到粉砂質或泥質时才沉积鉄矿。

同时,根据各成矿区的实际情况,我們发现:宁乡式鉄矿一般都沉积在准地台上,例如鄂湘成矿区,湘中成矿区、湘贛成矿区、黔南成矿区、桂北成矿区、滇东成矿区等是。已知我国准地台区有泥盆紀地层分布的地区都发现了宁乡式鉄矿;地槽区发现宁乡式鉄矿,目前所知,只有龍門山成矿区。其他地槽区虽有泥盆紀地层分布,并且也做了一些工作,仍是未发现宁乡式鉄矿;或虽然有一点鉄矿,但工业意义不大。因此,我們认为:准地台区的鉄矿,一般工业規模大,矿层沉积連續稳定,常延伸达数公里才有尖灭現象;单个矿层較厚;如无其他特殊原因一般矿石变質較弱。地槽区的鉄矿則与地台区的恰巧相反,矿层工业規模一般較小,单个矿层薄;沉积不連續,数百米以內即行尖灭;矿石变質程度高。

这种現象的产生,笔者极初步的意見:可能是准地台或地台区常处于平稳状况,沉降幅度較小,沉积物也較均匀,使沉积建造在一定范围內得以稳定。地槽区的情况則相反,产生相反的現象。至于准地台区或地台区矿石变質程度低(指一般情况下)可能是上复岩层厚度不大,构造較简单,火成岩活动較少,因而产生的区域变質、动力变質、接触变質等,沒有地槽区来得剧烈,因此,变質程度比地槽区弱。

有人認為地台区的沉积赤鉄矿工业規模不大,矿貧而层薄。中国宁乡式鉄矿的实际情况并不如此。中国地台区的宁乡式鉄矿,規模品位、厚度,均比地槽区的大、高和厚。

四、結 論

1. 控制鉄矿品位、規模的主要因素有以下几点:1)鉄矿沉积区的大地构造位置;2)鉄矿的沉积环境及鉄質的来源;3)鉄矿沉积时的古地理条件。

2. 找矿方向:宁乡式鉄矿沉积物質来源于附近古陆,它的品位貧富与規模大小,常与古地理条件有关。以內陆古海盆地沉积的鉄矿为最好,矿石品位既高,規模也大。如果海

岸线平直,则品位低。介乎氧化与还原条件之下,沉积的粉砂岩或泥岩相铁矿品位高。如果是海进沉积,近岸部分矿层多、厚度大;远离海岸部分,矿层层数少、厚度也较小。如为海退沉积则情况恰好相反。矿石中碎屑物质的多少,颗粒的大小,随沉积部位不同而异,近岸部分,沉积碎屑物多、颗粒大;远离海岸部分,沉积的碎屑物少、颗粒小。矿石中氧化矿物及碳酸盐等海成自生矿物,亦随沉积部位不同而异,近岸部分氧化矿物多,碳酸盐类矿物少;远离海岸部分则氧化矿物减少、碳酸盐类矿物(如菱铁矿、方解石、白云石等)加多。

我国境内,特别是南方地台区或准地台区,古气候条件都差不多,凡有泥盆纪地层分布的地方,只要古地理条件适合,都或多或少有宁乡式铁矿沉积的可能。

从成矿条件及现有的资料来看,七个成矿区中,以鄂湘成矿区最好,其次为滇东成矿区、湘赣成矿区。

参 考 文 献

- [1] 丁格兰 1923 中国铁矿志(上下册)。谢家荣 1938 译,地质专报甲种第二号。
- [2] 王日伦,程裕淇 1933 湖南宁乡铁矿地质。前中央地质调查所,地质彙报 32 号。
- [3] 中国科学院,地质研究所 1956 中国区域地质表。科学出版社。
- [4] 中国科学院湖南地质研究所及湖南地质局 1959 湖南上泥盆纪茶陵式及宁乡式铁矿成矿规律及预测略图简介。地质论评第 19 卷 7 期。
- [5] 什维佐夫, M. C. 1954 沉积岩石学。科学出版社。
- [6] 刘鸿允 1955 中国古地理图。科学出版社。
- [7] 陈国达 1960 大地构造分区问题。中国地质第 1 期。
- [8] 列兹尼科夫, A. П. 1961 沉积相与建造。科学出版社。
- [9] 阿尔汉格尔斯基, A. П. 1959 苏联铝土矿类型及成因。科学出版社。
- [10] 侯德封 1953 从地层观点对中国锰铁等矿产的寻找提供几点意见。地质学报第 33 卷第 1 期。
- [11] 黄汲清 1944 中国地质构造古地理图(加里东泥盆纪)中国主要构造单位。地质出版社。
- [12] ——— 1959 中国东部大地构造分区及其特点的新认识。地质学报第 39 卷第 2 期。
- [13] ——— 1960 中国地质构造基本特征的初步总结。地质学报第 41 卷第 1 期。
- [14] 程裕淇 1953 对于勘探中国铁矿问题的初步意见。地质学报第 33 卷第 2 期。
- [15] ——— 1959 我国已知的重要铁矿类型简介。地质论评第 18 卷第 2 期。
- [16] 斯特拉霍夫, H. M. 1955 沉积矿产生成与分布的规律性及论沉积矿床生成理论及分布的规律。科学出版社。
- [17] 斯特拉霍夫, H. M. 1957 沉积作用的类型及沉积建造。地质译丛第 1 期、第 5 期。
- [18] 塔塔林诺夫, П. М. 1957 矿床成因论。地质出版社。
- [19] 张兆瑾 1940 贵州东南部之宁乡式铁矿。地质论评第三卷。
- [20] 张文波 1959 对沉积矿产在沉积岩石中分布规律的看法。地质论评第 19 卷第 4 期。
- [21] 敖振宽、杨昌权 1959 湖南慈利石门间泥盆纪地层。地质学报第 39 卷第 1 期。
- [22] 廖士范 1954 湘赣边境茶陵永新莲花港区域地层概要。地质学报第 34 卷第 1 期。
- [23] ——— 1958 赣湘边境的宁乡式铁矿概述。地质论评第 18 卷第 6 期。
- [24] ——— 1958 贵州都匀铁矿地质特征。地质学报第 38 卷第 4 期。
- [25] 谢家荣、程裕淇 1933 扬子江下游铁矿志。地质学报甲种第 12 号。
- [26] 鲁欣 1956 沉积岩学原理下册。地质出版社。
- [27] Krumbein, W. C. and Sloss L. L. 1955 Stratigraphy and Sedimentation.

A STUDY ON THE PALEOGEOGRAPHIC-LITHOLOGIC FACIES AND THE METALLOGENESIS OF THE NINGHSIANG TYPE OF IRON ORES

LIAO SHIH-FAN

(Abstract)

The Ninghsiang type of iron ores, occurring in the Devonian strata, and widely distributed in south and central portions of China, is generally of significant importance. According to their geological characteristics, they can be allotted to seven metallogenetic regions, namely (fig. 1): 1) Hupeh-Hunan, 2) Central Hunan, 3) Hunan-Kiangsi, 4) South Kweichou, 5) North Kwangsi, 6) East Yunnan and 7) The Lungmengshan metallogenetic region.

The first mentioned three regions have their iron ores derived chiefly from the Upper Devonian strata, while the last mentioned four regions from the Middle Devonian series. The source of iron was due to the erosion of the ferruginous rocks of the old land. During the deposition of iron ores, the pH value amounts 3—7. The near-coast deposits are composed chiefly of ferric oxide, in the form of hematite, some distance further from the coast, besides the occurrence of hematite, there is the presence of the ferrous iron bearing chlorite, siderite etc. In near-coast deposits, the process of mechanical segregation dominates and in the far-coast deposits, that of the chemical segregation prevails. Generally the ores in the sandstone facies, have a low tenor in iron, and those in the siltstone and the mudstone, have a high tenor in iron. During regression, the near-coast iron ore deposits attained a less number of layers and smaller thickness (fig. 7), while during transgression the reverse being true (fig. 8). In the isolated inland sea basins, as the Hupeh-Hunan shallow sea basins (fig. 3), the condition for the deposition of iron ores was the most favorable one, there the iron deposits being of high tenor and of bigger extent. The unfavorable condition for iron ore deposition was along those comparatively straight coast lines or open bays, as the south Kweichou bays where the iron ores are of low tenor and of limited scale. In general the iron ores in the para-platform are considered to be of higher tenor in iron, greater in thickness and more extensive in scale than those occur in the geosynclinal regions. There are instances in the Devonian sediments of the geosynclinal districts with very rare or no iron ore deposition.