

文章编号: 0258-7106 (2000) 04-0350-13

宁乡式沉积铁矿床的时空分布和演化

赵一鸣 毕承思

(中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

提 要: 宁乡式铁矿是我国最重要的沉积型铁矿床, 广泛分布于我国南部的鄂、湘、赣、川、滇、黔、桂诸省以及甘南地区。含矿建造主要赋存于中上泥盆统, 而以上泥盆统为主。可划分出 7 个成矿区, 其中最重要的是鄂西—湘西北成矿区。在 1 个矿床中通常有 1~4 层铁矿, 其中有 1 个是主矿层。矿石主要由鲕状赤铁矿组成, 次有菱铁矿、鲕绿泥石和褐铁矿, 含铁品位一般为 30%~45%, 含磷通常偏高, 介于 0.4%~1.1%。中泥盆世和晚泥盆世沉积铁矿在分布范围、矿床规模、赋矿围岩建造和矿石特征等方面有一定差异。文章对鄂西—湘西北成矿区的矿床时空演化作了重点论述, 对铁矿的分布与岩相古地理的关系及矿床生成条件进行了讨论, 指出含矿建造大多产于海侵程序的沉积岩系中, 在湿热环境下较封闭或半封闭的古海盆、古海湾或潮坪中的浅海-滨海相沉积组合是有利的成矿古地理条件, 提出要解决这类高磷铁矿的进一步开发利用问题的关键是加强冶炼试验研究。

关键词: 沉积铁矿床 时空演化 宁乡式

中图法分类号: P618.31

文献标识码: A

宁乡式铁矿床是我国分布最广储量最多的沉积型铁矿床。含铁岩系主要赋存于中上泥盆统, 而以上泥盆统为主。这类铁矿床广泛分布于华南的湖北、湖南、江西、四川、云南、贵州、广西等省(自治区)及甘肃南部地区。现已探明的该类铁矿储量达 37.2 亿吨(含表外储量), 占全国沉积铁矿探明储量的 73.5%。

1 “宁乡式铁矿”名称的来由及其勘查研究简史

谢家荣、程裕淇等^[1]在“中国铁矿床分类”中, 首次提出了产于上泥盆统海相地层中的鲕状赤铁矿矿床类型——宁乡式。该类铁矿即相当于丁格兰铁矿分类中的萍乡式铁矿^[2], 在江西萍乡首先发现, 但因其含矿层之地质时代当时尚未确定证明, 且丁氏认为此类铁矿无重大经济价值。后经谢氏等调查, 在湖南攸县、茶陵、宁乡、新化、安化及湖北宜都、枝江、长阳等地, 具有同样之矿床, 综合计之, 其矿量甚为可观, 故另立一新名, “宁乡式”以区别之。

王曰伦等^[3]对湖南宁乡铁矿地质作了较详细的调查勘察, 测制了有关地质剖面 and 地形地质图, 对宁乡地区产于上泥盆统锡矿山组中的许多铁矿区的地质特征作了论述, 还对矿床的开发利用问题进行了评估。这是解放前有关宁乡式铁矿最详细完整的 1 份调查报告。

基金项目: 地矿部“九五”科技攻关项目(B9606)资助的部分成果

第一作者简介: 赵一鸣(1934—), 男, 浙江余姚人, 研究员, 博士生导师, 矿床专业

收稿日期: 2000-06-30; 修订日期: 2000-08-15

建国以来,特别是1958年大跃进和70年代铁矿会战期间,对宁乡式铁矿的勘查投入了大量工作,提交了500余份普查、勘探报告和选冶研究报告,基本查明了这类铁矿床的分布、规模、地质特征和开采条件。边效曾^[4]和程裕淇等^[5-7]曾对宁乡式铁矿作过有关总结研究;傅家谟^[8,9]曾对鄂西宁乡式铁矿的分布规律和成因作过较深入的研究;廖士范^[10]对该类铁矿的岩相古地理条件和成矿规律进行了探讨。云南、湖南和江西等省的有关地质队^[11-13]和姚培慧等^[14]对一些重要铁矿床的地质特征和开发利用情况等作过报导。所有上述工作大大提高了对宁乡式铁矿地质特征、分布规律和形成条件的认识。

2 分布及成矿区的划分

前已提及,宁乡式铁矿广泛分布于我国华南的鄂、湘、赣、川、滇、黔、桂等省(区)及甘南等地(图1)。根据铁矿的分布情况和各矿床集中区矿床地质特征及其成矿地质环境的差异,可大致划分出以下7个成矿区,即:①鄂西—湘西北成矿区;②湘—赣成矿区;③甘南—川北成矿区;④川中成矿区;⑤桂东北成矿区;⑥黔西成矿区;⑦滇东成矿区。

图1所示7个成矿区中,以鄂西—湘西北成矿区最重要,次为湘—赣成矿区。各成矿区产

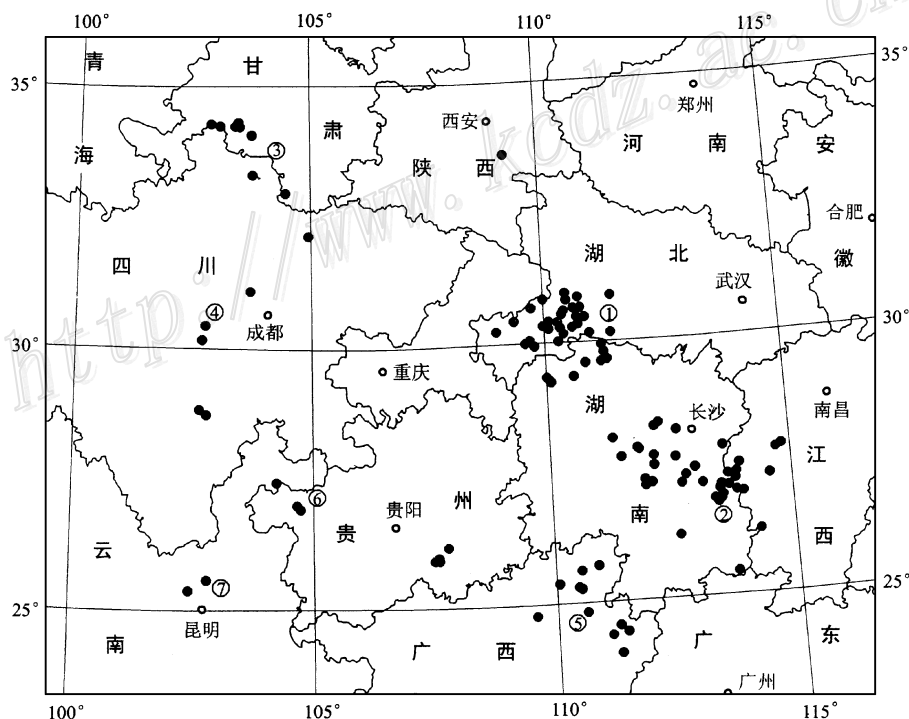


图1 宁乡式铁矿的分布略图

①—鄂西—湘西北; ②—湘—赣; ③—甘南—川北; ④—川中; ⑤—桂东北; ⑥—黔西; ⑦—滇东

Fig. 1. Distribution of the Ningxiang type iron ore deposits.

①—West Hubei-northwest Hunan; ②—Hunan-Jiangxi; ③—South Gansu-north Sichuan; ④—Central Sichuan;

⑤—Northeast Guangxi; ⑥—West Guizhou; ⑦—East Yunnan.

出的大地构造位置, 赋矿地层时代和在宁乡式铁矿总储量中所占的比例见表 1。

从宁乡式铁矿产出的大地构造位置看, 大多数矿床产于扬子准地台的上扬子台褶带或四川台拗, 部分矿床则产于地槽褶皱带, 包括华南加里东褶皱系的赣湘桂粤褶皱带和松潘-甘孜褶皱系的巴颜格拉褶皱带。其中产于准地台上的铁矿占该类铁矿总储量的 73.5%。产于地台区的铁矿一般规模较大, 矿层较连续、稳定, 而产于地槽区的铁矿大多属中小型, 矿层有时较多, 但不稳定 (如甘南迭部黑拉铁矿)。产于秦岭地槽褶皱系中泥盆统海相粘土质碎屑-碳酸盐建造中的大西沟菱铁矿矿床, 可能属于地槽区宁乡式铁矿的一个较特殊的类型。由于华南褶皱系属加里东褶皱系, 含矿层中上泥盆统为其盖层, 因此, 产于华南褶皱系的铁矿在大地构造上、矿床地质特征方面和产于扬子准地台的铁矿无实质性差别。

表 1 宁乡式铁矿各成矿区的划分

Table 1. Division of metallogenic provinces of the Ningxiang type iron deposits

序号	成矿区名称	赋矿地层时代	大地构造位置	占宁乡式铁矿总储量之比/%	
				不含表外矿	含表外矿
1	鄂西—湘西北	晚泥盆世	扬子准地台上扬子台褶带	44.5	58.7
2	湘中—赣西	晚泥盆世	华南加里东褶皱系	10.8	6.7
3	甘南—川北	中泥盆世	松潘-甘孜褶皱系	6.7	4.2
4	川中	中泥盆世和晚泥盆世, 个别为早泥盆世	扬子准地台四川台拗	6.6	4.1
5	桂东北	中泥盆世	华南加里东褶皱系	5.5	3.4
6	黔西	中泥盆世	扬子准地台上扬子台褶带	4.6	2.9
7	滇东	中泥盆世, 个别为早泥盆世	扬子准地台上扬子台褶带	2.0	7.8

3 中泥盆世和晚泥盆世沉积铁矿床的异同

宁乡式中泥盆世和晚泥盆世沉积铁矿床虽有不少相似之处, 但在赋矿层位、分布范围、矿床规模、赋矿围岩岩性、矿石矿物组成和含铁品位等方面均有一定差异。表 2 对这两类铁矿的上述地质特征进行了对比。

对于中泥盆世沉积铁矿来说, 大多数铁矿层产于海侵沉积岩系的碎屑岩中。广西海洋铁矿产于碎屑岩向碳酸盐岩过渡的下部白云岩内。而云南寸田铁矿的铁矿层则产于海退沉积岩系的砂岩中。矿层一般为 1~2 层, 个别位于地槽区的矿床 (如甘肃黑拉), 可多达 6~7 层, 但不稳定, 时而较厚, 时而变薄或尖灭, 并有分叉和合并现象 (图 2)。

在铁矿层中, 鲕状赤铁矿常和菱铁矿、鲕绿泥石共生或互间。有的矿区矿层中矿相变化较大, 如云南寸田矿区主矿体东部以氧化相鲕状赤铁矿为主, 中部以氧化相—中性相的菱铁矿-鲕状赤铁矿-鲕绿泥石为主, 而西部则以弱还原相的菱铁矿-鲕绿泥石及鲕绿泥-菱铁矿石为主。矿体在垂直剖面中的变化是, 鲕状赤铁矿矿石位于中部, 鲕绿泥石-菱铁矿矿石位于顶部。

图 3 反映了鄂西、湘中、赣西和湖南地区晚泥盆世主要沉积铁矿床的含矿岩系柱状图对比情况, 从图中可以看出:

表 2 中泥盆世和晚泥盆世沉积铁矿床地质特征对比

成矿时代	中泥盆世	晚泥盆世
赋矿层位	广西、贵州等地赋矿层位为中泥盆统郁江组, 在云南则为中泥盆统中下部 (鱼子田组等)	鄂西和湘西北为上泥盆统黄家磴组和写经寺组, 而在湘东、赣西等地则为余田桥组和锡矿山组
分布	相对较广, 包括桂东北、黔西、川中、川北、云南东北部和甘肃南部	较集中, 主要分布于鄂西、湘西北和湘赣交界处
规模	绝大多数为中小型, 只有个别矿床属大型	有相当多的大中型矿床, 特别是在鄂西地区
矿体特征	矿体有 1~ 6 层, 但其中 1 层为主矿层, 平均厚 1~ 3 m	矿体有 1~ 4 层, 但主矿层只有 1 层, 平均厚 2~ 3 m
赋矿围岩岩性	以砂岩、粉砂岩和页岩等碎屑岩为主, 在桂东北和甘南地区, 除碎屑岩外, 碳酸盐岩较发育	主要为砂页岩和粉砂岩, 夹薄层灰岩或泥灰岩
矿石矿物组成和品位	鲕状赤铁矿常和鲕绿泥石、菱铁矿共生; 含铁品位 (TFe) 一般为 26%~ 45%, 局部有大于 45% 的富矿	以鲕状赤铁矿为主, 局部有较多的鲕绿泥石和菱铁矿, 个别矿区受花岗岩类侵入影响, 可出现磁铁矿; 含铁品位一般为 35%~ 45%, 有些矿床有品位大于 45% 的富矿

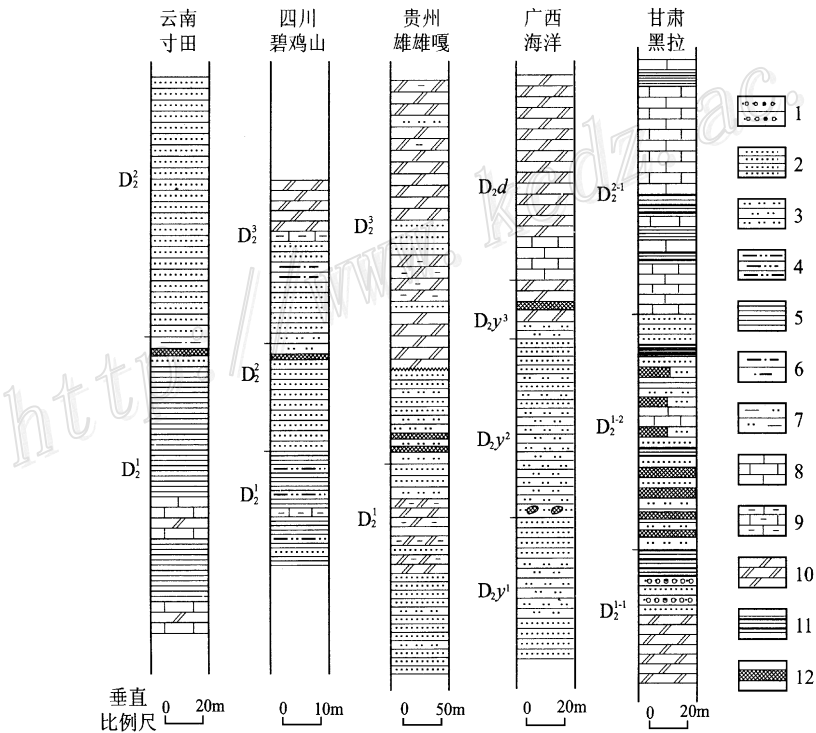


图 2 中泥盆统主要沉积铁矿床含矿地层柱状对比图
(据云南省地质队 8 队, 1962; 四川省地质局 109 队, 1972; 甘肃省地质局地质 1 队, 1973; 贵州省地质局 107 队, 1973; 广西壮族自治区地质 1 队, 1976 等有关地质资料综合编制而成)
1—砂砾岩; 2—细砂岩; 3—粉砂岩; 4—泥质粉砂岩; 5—页岩; 6—砂质页岩; 7—粉砂质页岩;
8—灰岩; 9—泥质灰岩; 10—白云岩; 11—板岩; 12—铁矿层

Fig. 2. Stratigraphic correlation of ore-bearing strata for major Middle Devonian sedimentary iron ore deposits.

1—Sandy conglomerate; 2—Fine granular sandstone; 3—Siltstone; 4—Argillaceous siltstone; 5—Shale; 6—Sandy shale; 7—Silty shale; 8—Limestone; 9—Argillaceous limestone; 10—Dolomite; 11—Slate; 12—Iron ore bed.

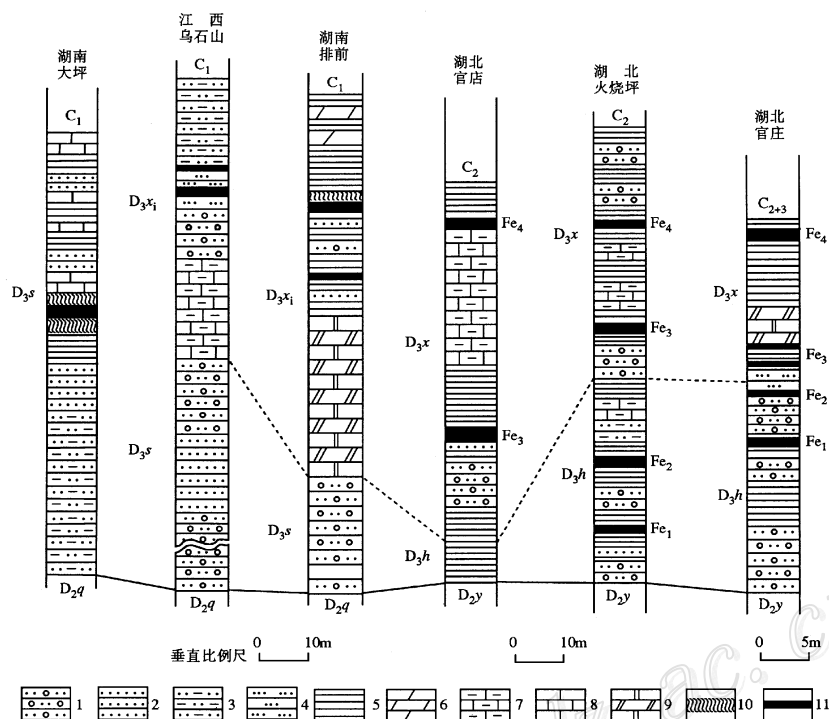


图3 上泥盆世主要沉积铁含矿地层柱状对比图

(据中南冶勘 607 地质队, 1966; 武钢 604 地质队, 1959; 武钢 609 地质队, 1959; 湖南冶勘 206 地质队, 1961; 湖南冶勘 214 地质队, 1971 和江西地质局 901 地质队, 1972 等有关地质资料综合编制而成)

1—石英砂岩; 2—细砂岩; 3—泥质砂岩; 4—粉砂岩; 5—页岩; 6—泥灰岩; 7—泥质灰岩; 8—灰岩; 9—白云质灰岩; 10—绿泥石岩; 11—铁矿层; D_{2q}—棋子桥组; D_{2y}—云台观组; D_{3s}—余田桥组; D_{3h}—黄家磴组; D_{3xi}—锡矿山组; D_{3x}—写经寺组

Fig. 3. Stratigraphic correlation of ore-bearing strata for major Upper Devonian sedimentary iron ore deposits.

1—Quartz sandstone; 2—Fine granular sandstone; 3—Argillaceous sandstone; 4—Siltstone; 5—Shale; 6—Marl; 7—Argillaceous limestone; 8—Limestone; 9—Dolomitic limestone; 10—Chloritite; 11—Iron ore bed; D_{2q}—Qizhiqiao Formation; D_{2y}—Yuntaiguan Formation; D_{3s}—Shetianqiao Formation; D_{3h}—Huangjiadeng Formation; D_{3xi}—Xikuangshan Formation; D_{3x}—Xiejingsi Formation.

(1) 湖南大坪铁矿的铁矿层赋存于上泥盆统余田桥组 (相当于鄂西地区的黄家磴组) 中部, 只有 1 层矿, 上部的锡矿山组在矿区内缺失。湘中、赣西和鄂西等地的铁矿一般有 1~4 层, 主矿体 (Fe₃) 赋存于写经寺组下部或锡矿山组中部。

(2) 在海进程序沉积岩系中, 主要生成鲕状赤铁矿, 矿层单一稳定, 分布范围较大。海退程序沉积岩系中则往往生成鲕绿泥石、鲕状赤铁矿和菱铁矿矿石。矿层结构较复杂, 变化大, 分布范围也相对较小, 如鄂西火烧坪和官庄矿区上部的 Fe₄ 铁矿层。

4 鄂西—湘西北铁矿成矿规律

鄂西—湘西北地区是我国最重要的宁乡式铁矿成矿区。这里分布有一大批大中型铁矿床, 其铁矿总储量多达 22.8 亿吨 (含表外储量), 占我国宁乡式沉积铁矿总储量的 58.7%。

本区泥盆纪地层自下而上依次为:

(1) 中泥盆统云台观群 (D_2y): 厚层砂岩, 底部偶见砾岩, 厚 40 m;

(2) 上泥盆统黄家磴组 (D_3h): 细粒石英砂岩, 上部夹页岩及两层铁矿 (Fe_1 和 Fe_2), 厚 45 m。

(3) 上泥盆统写经寺组 (D_3x): 下段为泥灰岩及钙质页岩, 底部夹铁矿层 Fe_3 , 厚 30 m; 上段为页岩及石英砂岩, 底部夹铁矿层 Fe_4 , 厚 20 m。

由上可知, 铁矿层在本区均产于上泥盆统, 共有 4 层, 其中 Fe_1 、 Fe_2 矿层产于上泥盆统下段的黄家磴组中, 而 Fe_3 和 Fe_4 矿层则产于上泥盆统上段的写经寺组内。

图 4 反映了鄂西、湘西北成矿区宁乡式铁矿在古海盆地中的分布位置、各矿区的铁矿层产出状况及其主矿层的围岩岩相特征, 从图中可以看出:

Fe_1 矿层赋存在上泥盆统黄家磴组 (D_3h) 中部的页岩中, 主要分布于恩施铁厂坝、建始太平口、十八路、大支坪、巴东仙人岩、瓦屋场和秭归杨柳池一带, 大致呈北东东向分布 (图 4)。在建始十八格和秭归白燕山矿区, 该层属于主矿层。矿层主要由砂质鲕状赤铁矿矿石组成, 呈透镜状、似层状产出, 厚度一般较小, 约 0.7 m 左右。含铁品位平均为 35%。

Fe_2 矿层赋存在黄家磴组上部的页岩夹砂岩或砂岩夹页岩中, 主要分布于鄂西的宜昌、长阳、巴东和秭归一带, 在湘西北的石门、慈利和桑植等地某些矿床中也有产出, 其中在石门太清山和桑植麦地坪等矿区中, 该层铁矿属主矿层。矿体呈透镜状或似层状, 延伸可达 5 km 左右。矿层厚度一般为 1~2 m 左右。矿石主要由砂质鲕状赤铁矿组成, 矿石通常含铁 30%~40%, 局部有富矿产出。

Fe_3 矿层赋存在写经寺组 (D_3x) 下段底部, 在多数情况下, 底板为石英砂岩, 顶板为页岩或泥灰岩。该矿层遍布于全区绝大多数矿区, 且多属主矿层。矿层在一些大型矿床中呈层状分布近百平方公里, 厚度一般 1.5~3.4 m。矿石主要为钙质鲕状赤铁矿或砂质鲕状赤铁矿, 在多数情况下含铁量随矿体厚度的变大而递增, 平均品位 40% 左右, 并常有富铁矿产出。

Fe_4 矿层赋存在写经寺组 (D_3x) 上段底部页岩夹灰岩中, 主要分布在建始、巴东、长阳、五峰一带。在建始太平口、巴东仙人岩和瓦屋场矿区, 该矿层属于主矿层。矿体大多呈薄层状 (多层) 或透镜体。矿石主要由菱铁矿、鲕绿泥石和鲕状赤铁矿组成。含铁品位 25%~40%。

综上所述, 本区上泥盆统含矿沉积岩相和矿石相随时间的演化趋势是: 容矿沉积围岩岩相由以页岩为主夹砂岩向钙质页岩夹灰岩转化, 铁矿石相由砂质鲕状赤铁矿逐渐向钙质鲕状赤铁矿演化, 最后生成由菱铁矿、鲕绿泥石和鲕状赤铁矿组成的矿石相。 Fe_1 、 Fe_2 和 Fe_3 矿层形成于海侵沉积旋回岩系中, 而 Fe_4 则形成于海侵末期或海退沉积旋回岩系内。

在古海盆北东缘的长阳火烧坪、青岗坪、马鞍山至东南部的松木坪以及宜昌的官庄一带, 主矿层为 Fe_3 , 次要矿层 Fe_1 、 Fe_2 和 Fe_4 在多数矿区中具全, 但矿石大多为贫矿, 只有个别矿区 (如松木坪) 含铁品位较高。而在古海盆中心的官店、黑石板、伍家河、龙角坝和长潭河等矿床不仅规模巨大, 矿石含铁品位也相对较高 (TFe 39%~47.5%), 富矿所占比重较大, 约占一半左右。

同样, 在古海盆边缘的慈利—石门一带的铁矿床, 主矿层虽也为 Fe_3 , 但其围岩主要是砂岩夹页岩, 矿床规模均为中小型。矿石含铁品位中等 (TFe 34%~44%)。

磷在铁矿石中的含量亦与矿床所处的古地理位置有关。在沉积海盆地边缘的矿床中, 磷

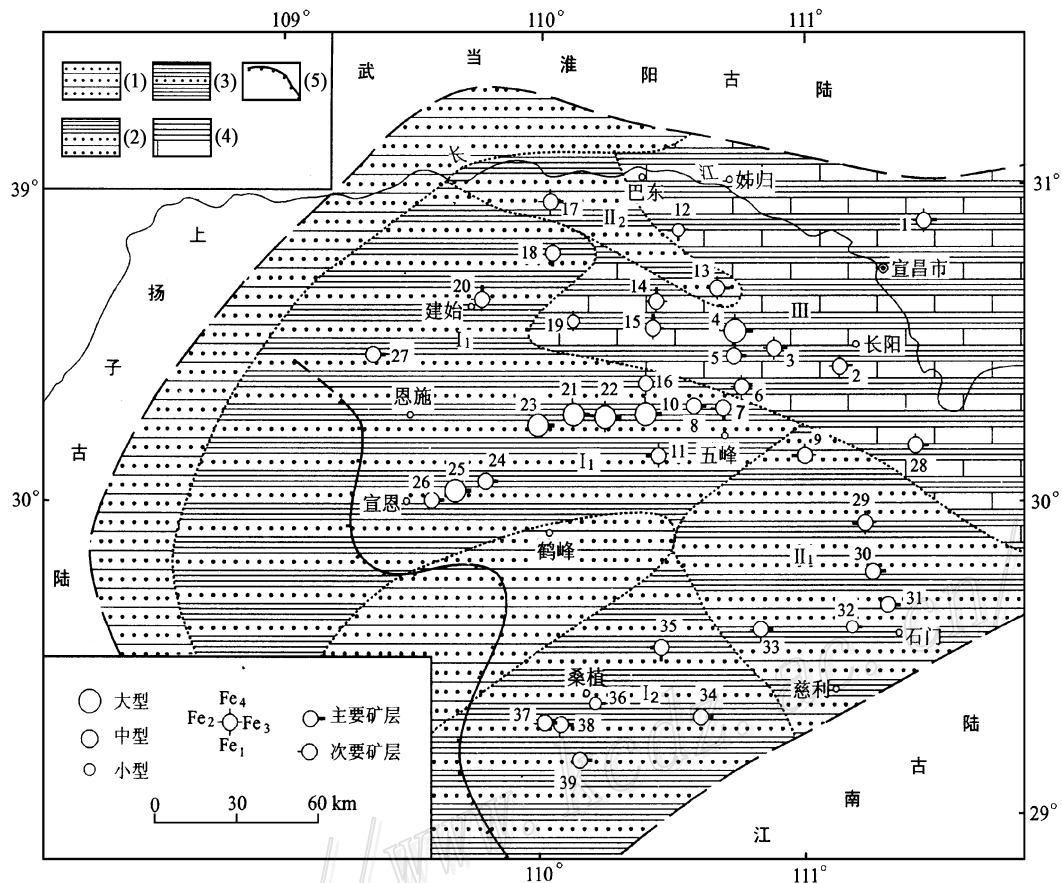


图 4 鄂西—湘西北成矿区宁乡式铁矿床的矿层产出和围岩岩相分布

(据湖北省地质局鄂西地质队, 1959、1963; 综合研究队, 1966; 地质二队, 1974; 中南冶勘 601 队、607 队、608 队, 1961、1968、1969、1971、1973; 湖南冶勘 214 队, 1977; 湖南省地质局湘北队, 1962; 403 队, 1971 等有关资料综合编制而成)

(1) — 砂岩; (2) — 砂岩夹页岩; (3) — 页岩夹砂岩; (4) — 页岩夹灰岩; (5) — 成矿后剥蚀区。矿床编号及名称: 1—官庄; 2—马鞍山; 3—青岗坪; 4—火烧坪; 5—田家坪; 6—石板坡; 7—黄粮坪; 8—谢家坪; 9—阮家河; 10—龙角坝; 11—清水澗; 12—白燕山; 13—杨柳池; 14—仙人岩; 15—瓦屋场; 16—龙坪; 17—桃花; 18—十八路; 19—大支平; 20—太平口; 21—官店; 22—黑石板; 23—五家河; 24—火烧堡; 25—长潭河; 26—老虎坪; 27—铁厂坝; 28—松木坪; 29—太清山; 30—杨家坊; 31—新关; 32—何家峪; 33—小溪峪; 34—喻家咀; 35—麦地坪; 36—西界; 37—利必溪; 38—桃子溪; 39—槟榔坪。I₁, I₂—页岩夹砂岩分布区; II₁, II₂—砂岩夹页岩分布区; III—页岩夹灰岩分布区

Fig. 4. Distribution of Ningxiang type iron ore deposits, occurrence of ore beds and wall rock formations in the west Hubei-northwest Hunan metallogenetic region.

(1) — Sandstone; (2) — Sandstone with shale; (3) — Shale with Sandstone; (4) — Shale with limestone; (5) — Post-metallogenic denuded area. Name of iron ore deposits: 1—Guanzhuang; 2—Maanshan; 3—Qingangping; 4—Huoshaping; 5—Tianjiaping; 6—Shibanpo; 7—Huangliangping; 8—Xiejiaoping; 9—Ruanjiahe; 10—Longjioba; 11—Qingshuimei; 12—Baiyanshan; 13—Yangliuchi; 14—Xianrenyan; 15—Wawuchang; 16—Longping; 17—Taohuo; 18—Shibage; 19—Dazhiping; 20—Taipingkou; 21—Guandian; 22—Heishiban; 23—Wujiahe; 24—Huoshaoobao; 25—Changtanhe; 26—Mahuping; 27—Tiechangba; 28—Songmuping; 29—Taqingshan; 30—Yangjiafang; 31—Hejiayu; 32—Hejiayu; 33—Xiaoxiyu; 34—Yujiazu; 35—Maidiping; 36—Xijie; 37—Libixi; 38—Taozixi; 39—Binglangping. I₁, I₂—Shale intercalated with sandstone; II₁, II₂—Sandstone intercalated with shale; III—Shale intercalated with limestone.

的含量较低,如在石门—慈利—桑植一带的铁矿中,矿石磷的含量大多介于0.06%~0.58%,平均品位0.36%。在古海盆边缘靠近武当淮阳古陆的官庄,磷的含量也只有0.42%,而位于古海盆中心的官店、龙角坝、长潭河等大中型沉积铁矿床中,磷的含量普遍较高,大多为0.75%~1.1%,平均0.84%。

5 铁矿成矿的岩相古地理条件及其演化

早泥盆世时的华南海局限于昆明以东贵阳、桂林、南宁一带。在此时期,基本上无大规模的沉积铁矿形成,已知只有在云南富民县的寻甸间和川中天全县的沙坪两个小型铁矿床产出。矿石为鲕状、豆状、砾状赤铁矿。含矿地层由铁质砂砾岩、石英砂岩、粉砂岩和页岩组成。

至中泥盆世,海侵范围扩大,超越江南古陆,向鄂西、湘西北侵漫,形成一支海湾,沉积了滨海相的砂(页)岩,在滇东、湘中等地一般为碳酸盐潮坪,但在一些小的海湾中则沉积了碎屑岩。铁矿层不仅产于碎屑岩中,也产于碳酸盐岩相内,且分布较广,如云南昆明北部的鱼子甸、四川西昌北部的碧鸡山、贵州的平黄山、潘家院子以及广西的海洋、屯秋和大圩等(图5)。

晚泥盆世时,在鄂西、湘西一带海水进一步扩张,沉积了海陆交互相的黄家磴组和写经寺组,并有不少大中型沉积铁矿形成,例如鄂西的火烧坪、官店、龙角坝、长潭河和五家河等。湘中碳酸盐潮坪的上泥盆统,下部称余田桥组,主要由灰岩、泥灰岩构成,上部称锡矿山组,为砂页岩、灰岩夹鲕状赤铁矿层,越向北碎屑含量越高。由湘中至粤赣一带,逐渐接近华南海的边缘,总的特点是滨海碎屑岩发育,上部夹陆相沉积岩层。沿湘、赣交界和鄂西、湘西北相对较封闭的海盆地或海湾中,常发育鲕状赤铁矿。与中泥盆世不同的是,在晚泥盆世时,沉积铁矿的分布范围相对集中,矿化强度加大,形成了一批大中型以鲕状赤铁矿为主的铁矿床,主要集中分布于鄂西和湘西北的华南海海湾和湘中、赣西地区(图6)。只有少数矿床散布于湘东南(如大坪)和川中(如紫云)。

6 宁乡式铁矿生成的条件讨论

含铁建造大多产于海侵程序沉积岩系中。矿层之下一般为石英砾岩或石英粗砂岩,向上渐变为细砂岩、砂质页岩或页岩,矿层一般产于页岩或粉砂岩中。少数矿层则产于海退沉积岩系内,如云南寸田铁矿和鄂西等地区部分矿床的上部铁矿层(Fe_4)。

含铁建造或含铁层位主要属古海盆或古海湾中的浅海—近岸(包括潮坪)沉积。从含矿层盛产腕足类、珊瑚、鱼类、苔藓虫以及植物茎、碎片等化石特征,反映湿热气候条件下比较缓慢的沉积和局部海水交替进退情况。

鄂西—湘西北成矿区是一个相对较封闭的内陆古海盆地。海洋的大风大浪不易侵袭到这个内陆盆地中来,海水比较平静,有利于铁矿沉积作用的进行^[10]。而周围的古陆(包括西部的上扬子古陆、北部的武当淮阳古陆和东南部的江南古陆)又有较充分的物质(包括铁质)供给。铁质可能是以胶体和细悬浮凝胶的方式进行迁移的^[9]。因此,就构成了一个沉积成矿十分

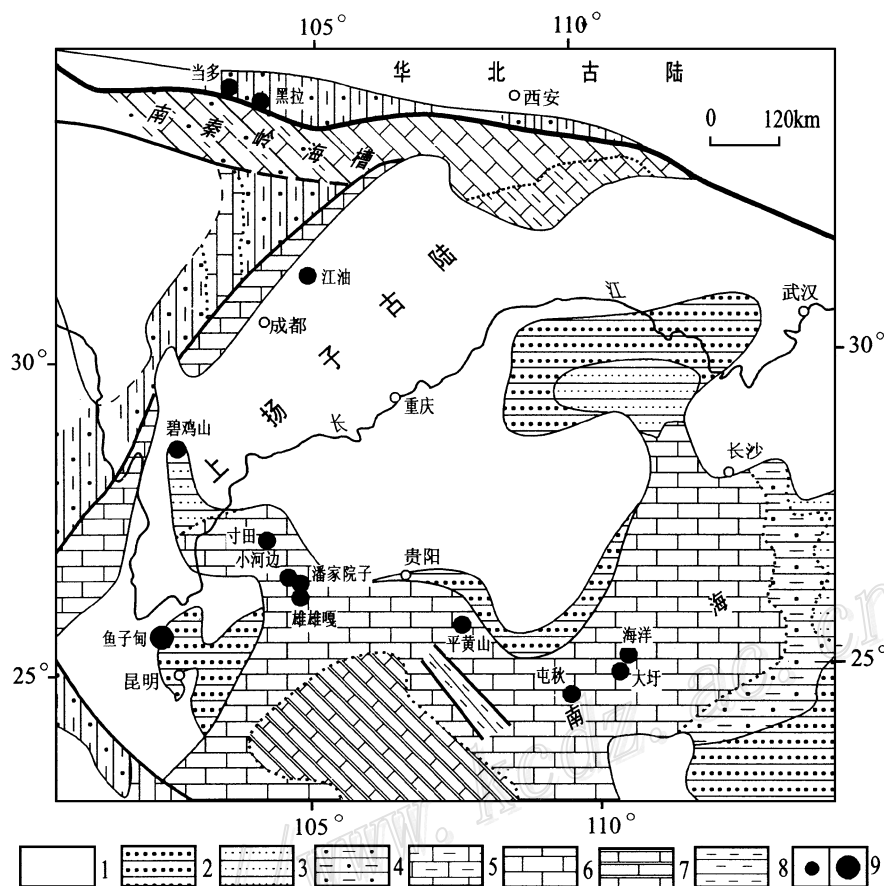


图5 华南中泥盆世古地理及沉积铁矿的分布
(古地理图据王鸿桢等, 1985)^[15]

1—古陆; 2—近海盆地碎屑组合; 3—滨海碎屑组合; 4—浅海泥砂质组合; 5—浅海泥质碳酸盐组合; 6—浅海碳酸盐组合; 7—半深海硅质及碳酸盐组合; 8—半深海泥质组合; 9—沉积铁矿床(中型及大型)

Fig. 5. Relationship between Middle Devonian Paleogeography and distribution of sedimentary iron ore deposits.
(Paleogeographic map after Wang Hongzhen, 1985)

1—Old land; 2—Onshore basin clastic association; 3—Littoral clastic association; 4—Shallow sea argillaceous-arenaceous association; 5—Shallow sea argillaceous carbonate association; 6—Shallow sea carbonate association; 7—Bathyal siliceous and carbonate association; 8—Bathyal argillaceous association; 9—Sedimentary iron ore deposits.

有利的古地理条件, 并形成一系列规模巨大含铁品位相对较高的铁矿床。湘中—赣西成矿区也处于一个半封闭的古海湾有利古地理环境。

根据宁乡式铁矿的共生岩石类型(石英砂岩-粉砂岩-粘土页岩-鲕状赤铁矿等), 刘宝琛^[16]把该类铁矿的沉积条件归属于滨海三角洲旋回, 并认为形成于明显的温湿气候环境。

据 Borchert^[18], 氢氧化铁和氧化铁形成于浅海通风的水中, 随着海水深度的加大, 出现菱铁矿、鲕绿泥石, 最后是黄铁矿。上述矿物相的分异, 反映了海水的垂直分带。Taylor^[19]曾指出, 鲕绿泥石形成于较大范围的浅海海域内, 其水温超过 20℃, 进一步说明鲕状铁矿的形成是在温暖潮湿的季节性气候条件。

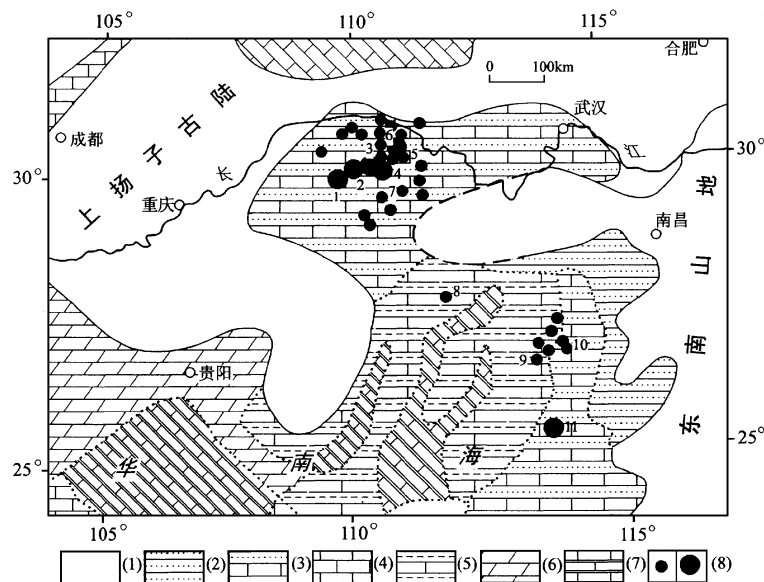


图6 华南晚泥盆世古地理及沉积铁矿的分布

(古地理图据王鸿桢等, 1985, 修改)^[15]

(1) — 古陆; (2) — 海陆交互相碎屑岩组合; (3) — 滨浅海碎屑及碳酸盐组合; (4) — 浅海碳酸盐组合; (5) — 浅海泥质碳酸盐组合; (6) — 浅海镁质碳酸盐组合; (7) — 深浅海硅质碳酸盐组合; (8) — 沉积铁矿床 (中型及大型)。主要铁矿床名称: 1—长潭河; 2—五家河; 3—官店; 4—龙角坝; 5—火烧坪; 6—青岗坪; 7—小溪峪; 8—插花庙; 9—排前; 10—乌石山; 11—大坪。

Fig. 6. Relationship between Late Devonian paleogeography and distribution of sedimentary iron ore deposits.

(Paleogeographic map modified after Wang Hongzhen, 1985)

(1) — Old land; (2) — Paralic clastic association; (3) — Lithoral to shallow sea clastic association; (4) — Shallow sea argillaceous-argillaceous association; (5) — Shallow sea argillaceous carbonate association; (6) — Shallow sea carbonate association; (7) — Deeper shallow sea silicite and carbonate association; (8) — Sedimentary iron ore deposits (intermediate and large sizes). Name of main iron deposits: 1—Changtanhe; 2—Wujiahe; 3—Guadian; 4—Longjiaoba; 5—Huoshaping; 6—Qinggangping; 7—Xiaoxiyu; 8—Chahuamiao; 9—Paigian; 10—Wushishan; 11—Daping.

程裕淇等^[6]认为, 宁乡式铁矿不同矿石类型的生成, 分别反映了它们的沉积环境和介质条件的差异。一般在近岸浅海处, 由于氧气充足, 二氧化碳相对贫乏, 水温较高, 易于形成赤铁矿。而离海岸较远和海水较深处或在近岸拗陷处, 海水较稳定, 有机物不断分解出二氧化碳。在这种半还原弱碱性条件下, 易于形成菱铁矿。在相似条件下, 如有硅质参与, 就可能生成鲕绿泥石。

鄂西—湘西北地区 and 湘中一带的宁乡式铁矿矿石的 Al_2O_3 含量大多较高, 一般为 2.5% ~ 9%, 少数矿区矿石的 Al_2O_3 含量可高达 12% ~ 21%, 如湖南的槟榔坪、西界和喻家咀等。Bubenicek^[20]认为中欧地区沉积鲕状铁矿石中含 Al_2O_3 较高表明从陆地分离出来的红土中的铁参与了沉积成矿作用。

Lemoalle 和 Dupont^[21]曾研究了非洲乍得湖中现代鲕状铁矿的形成。虽然乍得湖大体上是一个淡水湖, 湖水盐度的增长是在干旱季节由于蒸发作用的结果。因此, 上述沉积条件可与浅海古海盆或古海湾和半碱水环境进行对比。特别有意义的是, 根据他们的观察, 铁质富集反应作用是在季节性洪水开始时进行的。铁质是呈吸附的氢氧化物或氧化物形式进行搬运

的。被溶解铁质的浓度是很低的,它对于形成鲕状铁矿来说,微不足道。鲕状铁矿的形成是在乍得湖东南部靠近主干河流入口处,其水深大致为 1~3 m 之间。就今论古,宁乡式鲕状赤铁矿生成时海水的深度大概也不会超过数十米。

综上所述,宁乡式沉积铁矿产出的有利古地理条件是:

(1) 湿热的古气候条件,促使古陆的含铁岩石进行红土化作用,并提供较充分的铁质来源。

(2) 相对较封闭或半封闭的内陆古海盆地、古海湾或潮坪,那里海水深度不大,且较平静,无海洋大风大浪的侵袭,有利于铁矿沉积作用的进行。

(3) 浅海的海侵沉积岩系中,一般形成鲕状赤铁矿矿石相,而海水稍深和海退沉积岩系中往往生成鲕绿泥石-鲕状赤铁矿-菱铁矿石相。

(4) 铁质可能主要是以胶体、细悬浮凝胶或呈吸附的氧化物形式被古陆的河流进行搬运的。

7 宁乡式铁矿的开发利用问题

长期以来,对宁乡式铁矿的利用一直未很好解决。一些大型矿床,如湖北官店(铁矿储量 8 亿吨、含铁品位 38.37%~45.11%,P 0.93%)、火烧坪(1.6 亿吨,含铁品位平均 37.85%、P 0.9%),均被划入表外储量,成为呆矿。对这类铁矿的开发利用,以往大多侧重于选矿试验研究,但一直未解决铁、磷分离问题^[14]。

在欧洲中部的法、德、英和卢森堡等国家,广泛分布有侏罗纪沉积铁矿床,其总储量达 140 多亿吨^[17,22]。其中仅法国东部的洛林铁矿区,铁矿层产于中侏罗统下部砂岩和灰岩之间,含矿层厚 30~50 m,有 12 层铁矿。矿石的鲕状构造为特征,由针铁矿、褐铁矿和菱铁矿组成,含铁品位平均只有 33.3%,含磷则较高,达 0.5%~1.8%。铁矿储量巨大,达 77 亿吨,其中有 21 亿吨含铁为 40%~52% 的富铁矿。德国东北部的吉夫霍恩铁矿区,铁矿储量约 20 亿吨,含铁品位 25%~30%。又如英国东部弗罗丁汉铁矿区,铁矿储量为 14 亿吨,含铁品位仅 21%。应该指出,这些国家钢铁工业的发展主要依靠上述铁矿区提供铁矿资源。据 Wopfner 和 Schwarzbach^[23]报导,这类铁矿提供了大约 15% 整个欧洲大陆的铁矿石。这说明,那里的矿石虽然含铁品位较低和含磷偏高,但利用上已不成问题。

笔者最近曾就宁乡式铁矿的利用问题请教过程裕淇先生。他认为这类铁矿的利用,主要不是选矿问题,关键是在冶炼技术上。在这方面中欧诸国显然早已解决,而我们则尚未过关。因此,我们认为,要解决宁乡式铁矿的利用问题,有必要组织地质和冶金部门的有关专业人员,到中欧法、英、德等国专门就此问题进行实地考察,吸取他们有益的经验技术。另一方面,也应加强对该类铁矿冶炼方面的试验研究,以便使呆矿变成“活矿”。

参 考 文 献

- 1 谢家荣,孙健初,程裕淇等. 扬子江下游铁矿志 [Z], 地质专报, 1935, 甲种第 13 号, 1~78.
- 2 丁格兰. 中国铁矿志. (1923, 上下册) [Z]. 谢家荣译, 地质专报甲种第二号, 1938, 27~276.
- 3 王曰伦, 刘祖彝, 程裕淇. 湖南宁乡铁矿地质 [Z]. 地质汇报, 1938, 第 32 号, 1~32.

- 4 边效曾. 铁矿的普查与勘探 [M]. 北京: 地质出版社, 1958, 1~189.
- 5 程裕淇, 赵一鸣, 陆松年. 中国几组主要铁矿类型 [J]. 地质学报, 1978, 52 (4): 253~268.
- 6 程裕淇, 陈毓川, 赵一鸣等. 再论矿床的成矿系列问题 [J]. 中国地质科学院院报, 1983, 第 6 号, 1~64.
- 7 程裕淇, 赵一鸣, 林文蔚. 中国铁矿床 [M]. 见宋叔和主编. 《中国矿床》中册. 北京: 地质出版社, 1994, 386~479.
- 8 傅家谟. 鄂西宁乡式铁矿的形成和分布规律 [J]. 地质科学, 1959, (4): 109~115.
- 9 傅家谟. 鄂西宁乡式铁矿的相与成因 [J]. 地质学报, 1961, 41 (2): 112~128.
- 10 廖士范. 中国宁乡式铁矿的岩相古地理条件及其成矿规律的探讨 [J]. 地质学报, 1964, 44 (1): 68~80.
- 11 云南省地质局第四地质队. 云南鱼子甸中泥盆世铁矿成矿地质特征 [C]. 《铁铜矿产专辑》, 第二集. 北京: 地质出版社, 1974, 38~52.
- 12 湖南省地质局 414 地质队. 湘中地区宁乡式铁矿概况 [C]. 《铁铜矿产专辑》, 第三集. 北京: 地质出版社, 1975, 28~32.
- 13 江西省地质局九〇一大队. 江西某地区宁乡式铁矿中菱铁矿的发现及其矿床地质特征 [C]. 《铁铜矿产专辑》. 北京: 地质出版社, 1976, 115~122.
- 14 姚培慧主编. 中国铁矿志 [M]. 北京: 冶金工业出版社, 1993, 1~662.
- 15 王鸿祯, 楚旭春, 刘本培等. 中国古地理图集 [M]. 北京: 地图出版社, 1985, 1~143.
- 16 刘宝琛. 沉积岩石学 [M]. 北京: 地质出版社, 1980, 1~497.
- 17 沈承珩, 王守伦, 陈森煌等. 世界黑色金属矿产资源 [M]. 北京: 地质出版社, 1995, 1~486.
- 18 Borchert H. Genesis of marine sedimentary iron ores [J]. *Trans. Inst. Min. Metall.*, 1960, 69: 261~279.
- 19 Taylor J H. Sedimentary ores of iron and manganese and their origin [C]. *Proc. Inter-Univ. Geol. Congr.*, 15th, 1967, 171~186.
- 20 Bubenicek L. Geologie des mineraux de fer oolithiques [J]. *Miner. Deposita*, 1968, 3: 89~108.
- 21 Lemouelle J, Dupont B. Iron-bearing oolites and the present condition in Lake Chad (Africa) [M]. In: G C Amstutz and A J Bernard eds. *Ores in Sediments*. Springer, Berlin, 1973, 167~178.
- 22 Stater D, Highley D E. The iron ore deposits in the United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland [M]. In: Z Zitzmann (Ed.), *The iron ore deposits of Europe and adjacent areas*, 1977, 1, Hannover, 393~409 (Section B: Applied Earth Sciences).
- 23 Wopfner H, Schwarzbach M. Ore deposits in the light of palaeoclimatology [M]. In: Wolf, K H Ed. *Handbook of Strata-bound and stratiform ore deposits*. Elsevier Scientific Publishing, 1976, 3, 43~92.

TIME-SPACE DISTRIBUTION AND EVOLUTION OF THE NINGXIANG TYPE SEDIMENTARY IRON DEPOSITS

Zhao Yim ing and Bi Chengsi

(*Institute of Mineral Resources, CAGS, Beijing 100037*)

Key words: sedimentary iron deposit, time-space evolution, Ningxiang type

Abstract

Ningxiang type iron deposits constitute a most important type in sedimentary iron deposits of China. The iron-bearing formations mainly occur in the Middle and , especially, Upper Devonian strata. This type of iron deposits is widely distributed in such southern and central areas of China as Hubei, Hunan, Jiangxi, Sichuan, Yunnan, Guizhou, Guangxi and south Gansu. According to their distribution and geological characteristics, seven metallogenic regions may be distinguished, of which the west Hubei-northwest Hunan region is of the greatest importance. The iron deposits generally have one to four ore beds, mostly occurring at the transition from silty to shaly or calc-shaly facies. Iron ore consists chiefly of oolitic hematite and also siderite associated with chamosite at many localities. Nonmetallic minerals are generally quartz and calcite with minor kaolinite and collophane. The ore contains TFe 33% ~ 45%, often with quite high phosphorus content (0.5% ~ 1.1%). Locally, a certain amount of high-grade iron ore may be present.

In this paper, a comparison between Upper and Middle Devonian sedimentary iron deposits in such aspects as distribution, size, wall rock formation and characteristics of iron ores has been presented. The time-space evolution of Ningxiang type iron deposits in the west Hubei-northwest Hunan metallogenic region has been described in detail.

Iron-bearing formations occur mainly at the sedimentary rock facies of transgressive sequence. The favorable paleogeographic-lithologic conditions for the formation of Ningxiang type iron deposits include moist-tropic climate, relatively isolated marine basin, gulf or tidal flat close to old land, and littoral-neritic sedimentary rock facies. The authors consider that the key to further exploitation and utilization of Ningxiang type iron ores lies in the strengthening of smelting experimental investigation.