

我国显生宙鲕铁石^①

廖士范

(贵州省地矿局)

[内容提要] 我国显生宙鲕铁石主要分布在我国中南、西南,其次为华东地区,主要产于中奥陶世,中、晚泥盆世,早、中侏罗世地层中,以晚泥盆世最为重要,其矿石储量占70.5%,沉积条件最好,为接近封闭的浅海泻湖中。奥陶纪及泥盆纪海水中沉积的鲕粒直径分别为0.7—2mm,0.2—0.8mm。侏罗纪湖水沉积的鲕铁石直径为0.15—0.66mm。鲕粒环带的形成,与水体波动能量使铁质围绕碎屑矿物,或围绕先已形成的自形晶微粒铁矿物旋转有关。静水沉积时能量小,无环带形成,多为无核心的铁质团粒。鲕粒环带,杂基多为自形晶铁矿物或碳酸盐物,鲕核有的为石英碎屑,有的为自形晶铁矿物或碎屑铁矿物。

关键词 显生宙 鲕铁石 沉积环境

1 前言

(1) 鲕铁石的分布概况,我国显生宙鲕铁石主要分布于我国的中南、西南各省,少量分布于华东地区,产于中奥陶世,中、晚泥盆世,早、中侏罗世,而以晚泥盆世最为主要。共有鲕铁石储量约51亿吨。中奥陶世鲕铁石储量占5.8%,主要分布在四川西南,以宁南、金阳两县具有工业价值;中泥盆世鲕铁石储量占19.8%,分布在四川、云南、贵州、广西;晚泥盆世鲕铁石储量占70.5%,分布在湖南、江西、湖北及四川东部;早侏罗世鲕铁石储量占2%,分布在四川东南,贵州北部;中侏罗世鲕铁石储量占2%,分布在四川东部及湖北西部(图1)。

(2) 鲕铁石研究史,我国显生宙鲕铁石研究最早的是王曰伦、程裕琪研究湖南宁乡横才市晚泥盆世鲕铁石开始。自后程裕琪、张兆瑾、廖士范对泥盆纪鲕铁石均有专文报道:中南地质调查所长沙分所廖士范等,从1951年初开始在湖南边境作晚泥盆世鲕铁矿的普查勘探,以后地质部冶金部有关地质队相继对我国南方各省,有关时代鲕铁石作了大量的普查勘探工作,获得了大量的地质资料,值得专文讨论。现将显生宙各时代鲕铁石情况概述如下。

①IGCP项目成果。

②本文1990年11月2日收稿。

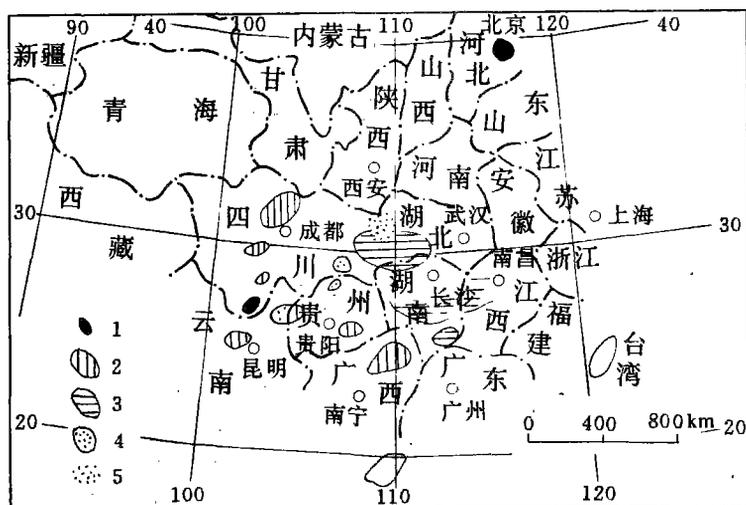


图1 中国显生宙鲕铁石分布图

1. 中奥陶世鲕铁石分布区; 2. 中泥盆世鲕铁石分布区; 3. 晚泥盆世鲕铁石分布区;
4. 早侏罗世鲕铁石分布区; 5. 中侏罗世鲕铁石分布区

Fig. 1 Distribution of Phanerozoic oolitic ironstone in China

- 1=Middle Ordovician oolitic ironstone; 2=Middle Devonian oolitic ironstone; 3=Late Devonian oolitic ironstone;
4=Early Jurassic oolitic ironstone; 5=Middle Jurassic oolitic ironstone

2 中奥陶世鲕铁石^①

主要分布在四川省的宁南、金阳两县境内,居中奥陶世中、下部,而以宁南华弹鲕铁石较为著名。沉积在较为封闭的浅海海湾潮坪泻湖中(图2),泻湖长轴方向为SW-NE,长190km,宽40—50km,南窄北宽。泻湖中心部分为碱性鲕铁石,厚度较大,有时厚达10m;边缘地区较薄,仅至十厘米,至数厘米,直至尖灭,鲕粒明显减少。鲕铁石主要有二层,少数为三层,且具有工业价值,均夹于石灰岩及泥质灰岩之中。鲕铁石层偶尔与下伏灰岩有过渡现象,此时,下伏灰岩含有鲕粒。鲕粒石层一般厚1.5—2.5m,层位稳定,上层鲕铁石厚度大于1m的单个矿体,长3—6km,宽2—3km;下层鲕铁石厚度延长均较小,含铁较低,各层鲕粒占60—80%,一般70—80%。华弹鲕铁石上层鲕铁石含铁30—45%,一般含CaO 7.62%,MgO 1.99%,SiO₂ 19%,Al₂O₃ 8%,P 0.5%,S 0.03%,密度为3.52。下层鲕铁石含铁20—30%。鲕铁石的鲕粒直径0.7—2mm,大小不一,以上层鲕粒直径较大。鲕粒椭圆形、圆形,表面光滑。鲕核为自形晶的鲕绿泥石,或与自形晶赤铁矿混合组成。向外至环带,鲕绿泥石减少,直至全为赤铁矿。环带主要为自形晶赤铁矿及少量自形晶鲕绿泥石。鲕粒间胶结物为自形晶碳酸盐矿物(石灰石),及氧化铁矿物组成,石英、长石碎屑次之,氧化铁多充填于鲕粒裂隙中。环带数层至十余层。

鲕铁石中组成矿物,愈远离古海岸二价铁矿物及碳酸盐矿物愈多,碎屑颗粒也愈小。近

①参考蔡惠杨等(1957)资料。

岸地区三价铁矿物多,碎屑颗粒粗,数量多。机械碎屑分异及化学分异现象都很明显。

铁质随海水波动,围绕碎屑(主要是石英碎屑)或先已凝结(晶出)的铁矿物旋转凝结(晶出)成环带,有的有碎屑核心,有的无鲕核。鲕粒的形成与海水波动的能量大小有关,大时环带多,小时环带少。

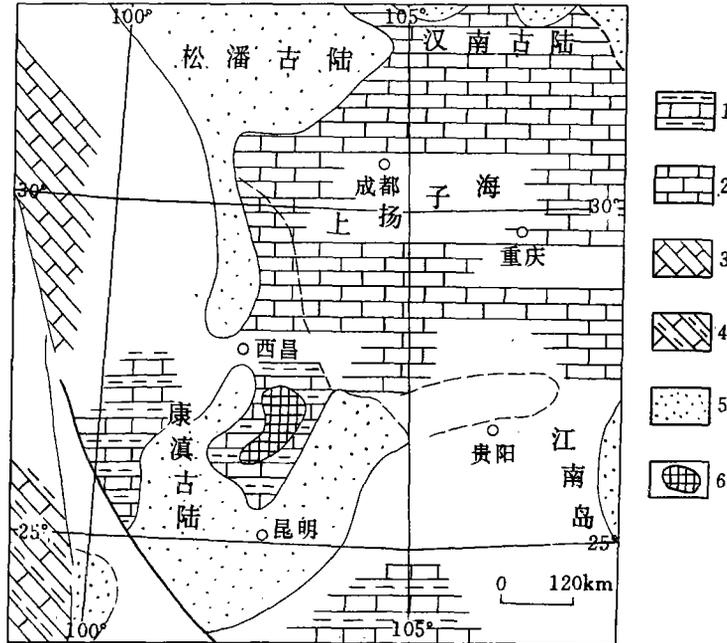


图2 我国西部中奥陶世鲕铁石古地理图(古地理据王鸿祯,1985修改)

1. 浅海泥质及碳酸盐组合;2. 浅海碳酸盐(主要为钙质)组合;3. 半深海碳酸盐组合;
4. 陆棚外部深海砂泥质及碳酸盐组合;5. 古陆;6. 鲕铁石沉积区

Fig. 2 Palaeogeographic map showing the distribution of the Middle Ordovician oolitic ironstone in western China
1=shallow-marine muddy and carbonate association;2=shallow-marine carbonate (predominantly calcareous)
association;3=bathyal carbonate association;4=outer shelf deep- and shallow-marine sandy and muddy and
carbonate association;5=ancient land;6=depositional area of oolitic ironstone

3 泥盆纪鲕铁石

3.1 鲕铁石沉积环境

中泥盆世鲕铁石产于该地层的中、下部,重要沉积区四个:滇中沉积区(I),云贵沉积区(II),黔南沉积区(III)和桂东北沉积区(IV)。前两区鲕铁石均沉积在海湾滨岸地区(图3),鲕铁石夹于砂岩及砂页岩中,鲕铁石层位稳定,单个矿体长5—10km,宽3—5km。I区有鲕铁石二层,厚2m左右,含铁40—45%,II区主要有鲕铁石一层厚6—8m,含铁37—38%。黔南沉积区的鲕铁石沉积在滨岸河口三角洲砂坝中(图3),鲕铁石夹于粗粒石英砂岩中。由于沉积环境差,单个矿体规模小,含鲕铁石多达十余层,各层厚1—2m,单个矿体长仅数百米,各层间距数米至十余米,含铁低,仅27—28%,桂东北沉积区的鲕铁石沉积在滨岸湖坪地区(图3)。鲕铁石夹于含铁白云岩、页岩、硅质岩中。有鲕铁石1—2层,层厚2m左右,单个矿

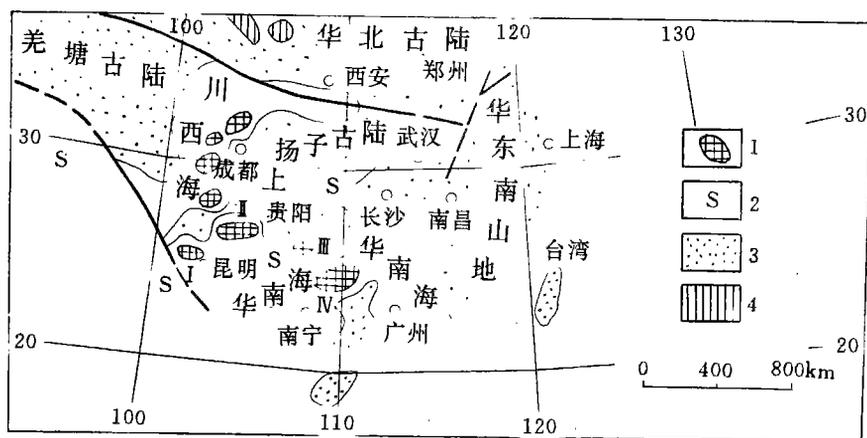


图3 中国南方中泥盆世鲕铁石古地理图(古地理据王鸿祯,1985修改)

1. 鲕铁石沉积区;2. 海相沉积区;3. 古陆;4. 陆相沉积区。

I. 滇中沉积区; II. 云贵沉积区; III. 黔南沉积区; IV. 桂东北沉积区

Fig. 3 Palaeogeographic map showing the distribution of the Middle Devonian oolitic ironstone in southern China

I = depositional area of oolitic ironstone; 2 = marine depositional area; 3 = ancient land; 4 = continental depositional

area; I = central Yunnan depositional area; II = Yunnan—Guizhou depositional area;

III = southern Guizhou depositional area; IV = northeastern Guangxi depositional area

体长 1—2km, 宽 1km, 含铁 30—39%。另外, 分布四川境内尚有 9 个沉积区, 均沉积在川西海的滨岸海湾中(图 3), 由于不重要, 情况与 I、II 区相同, 故未编号, 未描述。

晚泥盆世鲕铁石产于晚泥盆世地层的下部, 有 3 个沉积区: 湘南沉积区(V)、湘、赣沉积区(Ⅵ)和湘、鄂、川沉积区(Ⅶ)。前两沉积区的鲕铁石均沉积在半封闭的浅海泻湖中(图 4), 湘南沉积区鲕铁石层位稳定, 单个矿体长 3—17km, 宽数公里, 至十余公里, 主要有鲕铁石 1 层, 少数地区 2—3 层, 含铁 40% 左右, 鲕铁石层的底板为岩砂, 顶板为粘土页岩、泥质灰岩。V 区主要有鲕铁石 1 层, 局部 3—5 层, 层厚 2m 左右, 含铁 40% 左右, 底板为砂岩, 顶板粘土页岩, 泥质灰岩; Ⅵ 区主要有鲕铁石层, 局部 3—5 层, 层厚 2m 左右, 含铁 40% 左右, 底板为砂岩, 顶板为粘土页岩及泥质灰岩; Ⅶ 沉积区, 鲕铁石沉积在接近封闭的浅海泻湖中(图 4), 底板砂岩, 顶板粘土页岩, 有鲕铁石 3 层, 主要 1—2 层。层厚 2m 左右, 含铁 40% 左右, 鲕铁石层位稳定, 单个矿体长 3—5km, 至 12km, 宽 1—10km, 一般 1—2km。以 Ⅶ 区沉积条件最好, 鲕铁石矿体规模最大, 占显生宙鲕铁石总储量 54.3%。

3.2 鲕粒情况

泥盆纪鲕铁石, 全部为鲕粒, 或鲕粒与团粒组成。鲕粒直径为 0.2—0.8mm, 个别达 1.5mm。圆形、椭圆形, 呈圆形时一般直径 0.5—0.8mm。也有长条形。鲕的环带 3—4 层, 或 1—2 层, 最长达数 10 层(I 区), 此时无核心, 仅有环带。也有无核心, 无环带的凝胶团粒(Ⅲ、Ⅶ两区)。有时仅有一层环带围绕一颗粗粒石英碎屑, 形成假鲕粒(Ⅲ区)。这些直径与鲕粒相同, 均在 0.2—0.8mm。环带主要为自形晶胶体(微粒)赤铁矿、绿泥石、菱铁矿, 或三者共同组成。常混有自形晶胶体(微粒)粘土矿物(多为伊利石)。鲕粒核心多数为石英碎屑,

鲕粒间胶结物(基质)为自形晶含铁矿物(绿泥石,赤铁矿)、粘土矿物、石髓,少数为这些矿物的碎屑及石英碎屑。如鲕铁石层为花岗岩或辉绿岩侵入时,铁矿物常变质为磁铁矿。

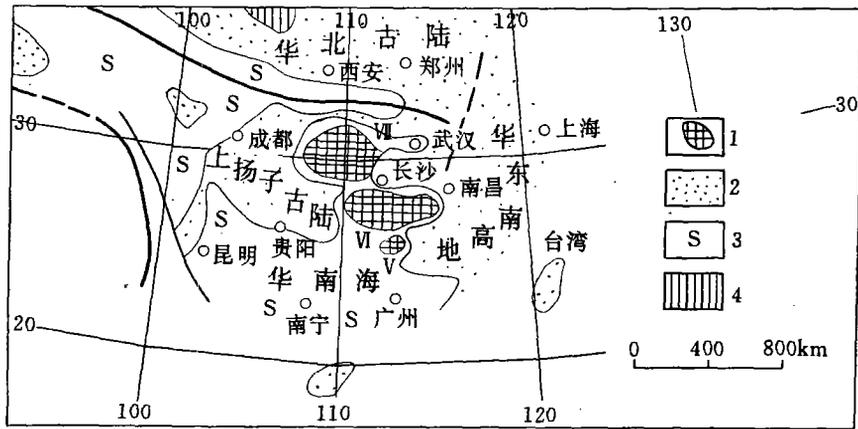


图4 中国南方晚泥盆世鲕铁石古地理图

1. 鲕铁石沉积区; 2. 古陆; 3. 海相沉积区; 4. 陆相沉积区。
V. 湘南沉积区; VI. 湘、赣沉积区; VII. 湘、鄂、川沉积区

Fig. 4 Palaeogeographic map showing the distribution of the Late Devonian oolitic ironstone in southern China

1=depositional area of oolitic ironstone; 2=ancient land; 3=marine depositional area; 4=continental depositional area;
V=southern Hunan depositional area; VI=Hunan—Jiangxi depositional area;
VII=Hunan—Hubei—Sichuan depositional area

3.3 泥盆纪鲕铁石成因

(1) 泥盆纪鲕铁石沉积环境,为接近封闭的浅海泻湖的Ⅵ区沉积环境最好,规模最大(占54.3%),鲕铁石含铁最高(Fe40%)。这是因为铁质沉积环境适宜,铁质来源丰富,泻湖四周陆地上含铁岩石风化出来的铁质悬浮物、胶体(少量)随地表径流流入环境适宜接近封闭的浅海泻湖之中沉积。

(2) 泥盆纪鲕铁石的核心及鲕粒之间的胶结物中碎屑,主要是石英碎屑,机械分异明显,距古海岸愈近碎屑颗粒愈多、愈粗,距古海岸愈远碎屑愈少,颗粒愈细。鲕粒环带及鲕粒间胶结物中自形晶矿物距海岸愈近三价铁矿物愈多;愈远,二价铁矿物及碳酸盐矿物愈多,化学分异明显。说明鲕粒是水体中沉积的。

(3) 鲕粒环带,及鲕粒间胶结物中均为微粒(小于80—100目)自形晶胶体矿物,由赤铁矿、绿泥石(多为鲕绿泥石)、菱铁矿、碳酸盐等组成,只有鲕粒间有少量碎屑矿物。说明鲕粒是水体中胶体的沉积物。

(4) 环带常围绕石英碎屑,说明鲕粒的形成是在海水波动具有一定能量时形成的,是铁质悬浮物、胶体(少量)围绕石英碎屑转动(旋转)形成一层一层的胶体沉积物,到了鲕粒有一定的大小时,即直径超过0.2—0.8mm时水体中浮力小于重力时下沉,与泥砂或碳酸盐矿

物共同沉积。有时铁质悬浮物、胶体随海水波动时,海水中无石英碎屑,便围绕先已形成的微粒铁矿物旋转而成环带,从而形成无石英碎屑或其它碎屑为核心的鲕粒(Ⅰ、Ⅶ区)。如果海水能量较低,只围绕一颗石英碎屑形成一层环带,则形成假鲕粒(Ⅲ区)。如果海水宁静,无法产生有一定能量的波浪时,则形成无核心、无环带的铁质凝胶团粒(Ⅳ、Ⅵ区)。这些结构的直径均为0.2—0.8mm。

4 侏罗纪鲕铁石^①

侏罗纪的鲕铁石主要产于早、中侏罗世,两时代的特征差不多,均为内陆湖相沉积。现以早侏罗世鲕铁石为例来说明之。

早侏罗世鲕铁石以四川綦江鲕铁石较著名。鲕铁石居早侏罗世地层的中、下部,沉积在川、黔、滇内陆开阔盆地湖泊沼泽中(图5),夹于石英砂岩、泥质及泥灰岩、碳质岩石中。鲕铁石沉积区长轴NE-SW。鲕铁石的矿物组合横向变化较大。在重庆綦江土岩矿区为例,其西南部为赤铁质砂岩组合,东部为赤铁矿组合,构成綦江铁矿的主要组合。向北东次第为菱铁矿、赤铁矿组合及赤铁矿、菱铁矿组合,北东部的东部次第为菱铁矿组合及铁质砂岩组合。这种岩性较大的变化是湖相沉积的特点。鲕铁石层厚1—2m,鲕粒、假鲕粒约占10%左右,其次为球粒状、肾状、砾状、碎屑状。其中以石英及植物碎屑较多。鲕粒或假鲕粒粒径0.5—0.66mm。鲕粒同心环带3—4层,鲕核为绿泥石,环带主要为自形晶微粒褐铁矿、赤铁矿、绿泥石,少量为这些矿物的碎屑。也有赤铁矿、菱铁矿环带。绿泥石及菱铁矿常氧化为褐铁矿。鲕粒、假鲕粒间胶结物为自形晶含铁矿物及石英碎屑,少量植物碎屑。鲕粒、假鲕粒的形成与铁质悬浮物(少量凝胶)胶体沉积及湖水波动的能量有关。与奥陶纪、泥盆纪等海水中形成的鲕粒直径相比,鲕粒、假鲕粒直径较小,其原因主要由于湖水含盐度小,是淡水沉积,浮力较小的缘故。

5 结论

(1)我国显生宙鲕铁石以海相沉积于接近封闭的浅海泻湖中,铁质来源广泛丰富,沉积环境适宜,鲕铁石储量规模最大,占显生宙的54.3%,含铁富,Fe40%左右(Ⅶ沉积区)。而沉积在滨岸河口三角洲砂坝中的鲕铁石较差,储量规模小,仅占显生宙总储量的0.5%,含铁低,Fe27—28%。

(2)我国古生代海水中沉积的鲕铁石储量大(占96%),鲕铁石中鲕粒多,占70—90%,发育完善。中生代侏罗纪的陆相湖水中沉积的鲕铁石储量小(仅占40%),鲕铁石中鲕粒少,仅10%,鲕粒发育较差。

(3)由于人所共知的原因,铁质(包括二价或三价铁)不易溶于水体(海水、湖水)中呈真溶液迁移,只能呈悬浮物(三价铁矿物)或胶体(少量)形成迁移。为此我国显生宙鲕铁石主要以悬浮物、胶体形式迁移沉积,所以鲕粒环带及杂基均为自形晶微粒铁矿物、碳酸盐矿物组成。鲕粒核心多由石英碎屑,少量自形晶铁矿物组成。

(4)鲕粒环带的形成是由于水体(海水、湖水)波动时的能量使铁质悬浮物、或胶体围绕一颗或数颗石英(或其他矿物)碎屑旋转,或围绕先已凝聚(晶出)的铁矿物(自形晶)旋转而

① 参考李文汉等1975年研究资料。

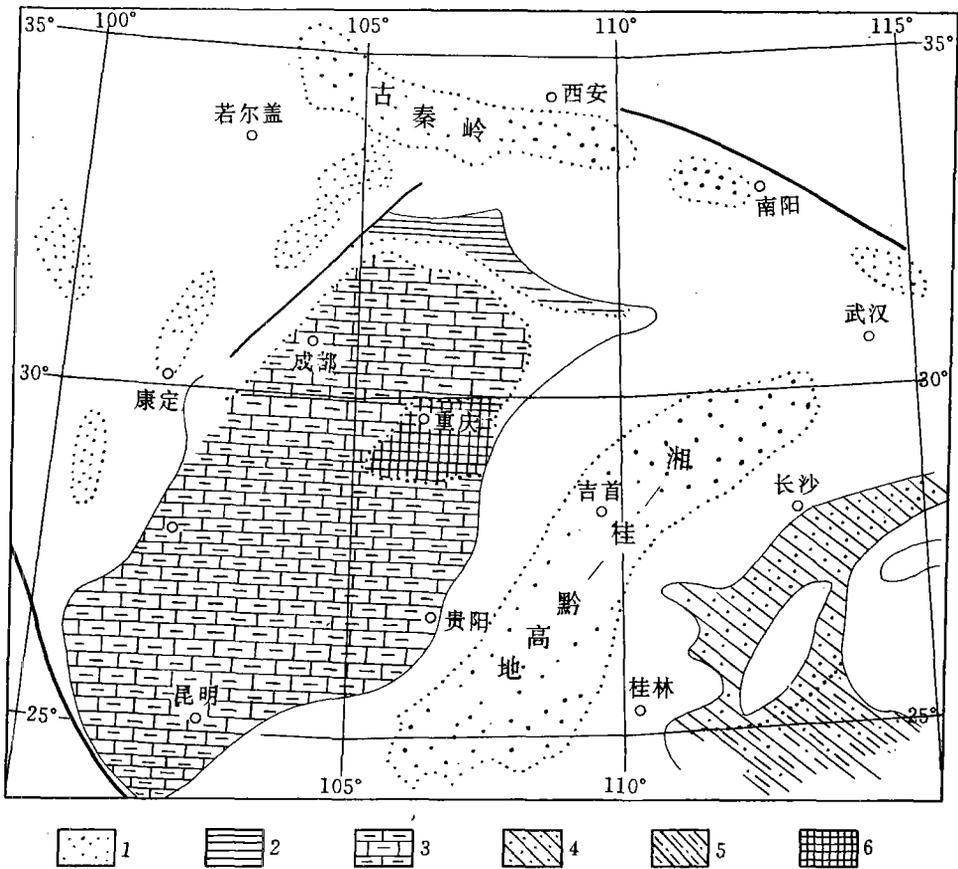


图5 中国南方早侏罗世鲕铁石古地理图(古地理据王鸿祯等,1985修改)

1. 古陆; 2. 内陆开阔盆地河湖砂质及泥质组合; 3. 内陆开阔盆地湖泊泥质及泥灰质组合;
4. 断陷海湾半咸水碎屑及泥质组合; 5. 断陷海湾泥质及碎屑组合; 6. 开阔盆地湖泊沼泽

Fig. 5 Palaeogeographic map showing the distribution of the Early Jurassic oolitic ironstone in southern China
1=ancient land; 2=fluvial and lacustrine sandy and muddy association in inland open basins; 3=lacustrine muddy and marly association in inland open basins; 4=brackish clastic and muddy association in rifted bays;
5=muddy and clastic association in rifted bays; 6=lake and swamp in open basins

形成一层一层的环带。为此鲕粒有核心或无核心之别。环带的多少与海水、湖水能量的大小有关,能量大则环带层数多,小则环带层数少。海水、湖水宁静时能量极小,常形成无环带的铁质团粒。

(5) 鲕粒直径的大小与沉积时水体的浮力(咸度)大小有关,浮力大(咸度大)的海水中沉积的鲕粒直径大,如中奥陶世海水咸度最大,浮力也最大,形成的鲕粒直径可达 0.7—2mm,泥盆纪海水咸度次之,鲕粒直径也达 0.2—0.8mm。侏罗纪的鲕粒是湖水(淡水)沉积的,浮力小,鲕粒直径仅 0.15—0.66mm。

(6) 鲕粒核心及杂基中碎屑,或鲕粒环带及杂基中自形晶矿物,近古海岸、古湖岸的碎屑

颗粒粗,三价铁矿物多,远离古海岸、湖岸的碎屑颗粒小,二价铁矿物及碳酸盐矿物多。机械碎屑分异及化学分异现象都很明显。

(7)为什么我国鲕铁石集中在古生代的奥陶纪、泥盆纪的海相地层中,中生代侏罗纪陆相湖沼地层中少,其原因如何?尚值得进一步研究解决。

参 考 文 献

- 王曰伦、程裕琪,1933,湖南宁乡铁矿地质,前中央地质调查所,地质汇报,第32号,P. 132—141。
 程裕琪,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,P. 101—110。
 程裕琪,1959,我国已知的重要铁矿类型简介,地质论评,第18卷,第2期,P. 97—105。
 张兆瑾,1940,贵州东南部之宁乡式铁矿,地质论评,第3卷,P. 114—121。
 廖士范,1958,湘赣边境的宁乡式铁矿概况,地质论评,第18卷,第6期,P. 424—427。
 廖士范,1958,贵州都匀铁矿,地质学报,第38卷,第4号,P. 462—470。
 廖士范,1964,宁乡式铁矿岩相古地理及成矿的研究,地质学报,第44卷,第1期,P. 68—80。

PHANEROZOIC OOLITIC IRONSTONE IN CHINA

Liao Shifan

(Guizhou Bureau of Geology and Mineral Resources)

ABSTRACT

The Phanerozoic oolitic ironstone in southern and eastern China occurs in the strata ranging in age from Middle Ordovician through Middle and Late Devonian to Early and Middle Jurassic times, especially in the Late Devonian strata where almost 70.5% of the ore reserves have been explored and confined to the subenclosed shallow-marine lagoons. The ooids deposited in the Ordovician and Devonian sea water vary in diameter from 0.7 to 2 mm and from 0.2 to 0.8 mm, respectively, whereas those deposited in the Jurassic lake water from 0.15 to 0.66 mm. The oolitic girdles were formed in the marine and lacustrine water. The water body energy impelled the ferruginous colloids or suspended matter to rotate around quartz fragments or the preexisting microgranular iron minerals as euhedral crystals to form the ooids (with nuclei or without nuclei). The oolitic girdles and matrix consist mostly of euhedral iron minerals or carbonates, while the oolitic nuclei are composed either of quartz fragments, or of euhedral iron minerals or clastic iron minerals.

Key words : Phanerozoic, oolitic ironstone, sedimentary environment