

# 中国前寒武纪铁矿床时空分布和演化特征

沈保丰, 翟安民, 杨春亮, 曹秀兰

(天津地质矿产研究所, 天津 300170)

**摘要:**前寒武纪是中国铁矿重要成矿期,该时期的铁矿资源/储量占全国的65.6%。前寒武纪铁矿床类型可分(火山)沉积变质型铁矿床、与火山-侵入活动有关的铁矿床、沉积型铁矿床、复合成矿作用型铁矿床和岩浆型铁矿床五类,再细分为条带状铁建造铁矿床、与细碧角斑质火山-侵入活动有关的中浅变质铁矿床、沉积-变质热液改造型铁矿床等8个亚类。(火山)沉积变质型铁矿床是前寒武纪铁矿床的主要类型,其储量、矿产地和开采量均占全国首位,其中最主要的是条带状铁建造铁矿床亚类,是前寒武纪的特征类型,是仅发育在前寒武纪时期的铁矿床。中国最古老的铁矿床形成于古太古代,新太古代是中国铁矿最重要的形成时期,此期间形成铁矿的储量约占全国铁矿总储量50%,矿床类型是与绿岩带有关的阿尔戈马型条带状铁建造铁矿床。中国前寒武纪铁矿床主要分布在中国东部、陆块区和陆块边缘和内部的裂谷中,其成矿规模、成矿区域、成矿类型和成矿演化特点明显。

**关键词:**前寒武纪铁矿床;铁矿床类型;时空分布;演化特征

**中图分类号:** P618.31

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1672-4135(2005)04-0196-11

前寒武纪蕴藏着十分丰富的矿产资源<sup>[1,2]</sup>,是铁矿资源重要的成矿期,许多大规模铁矿床都形成于这一时期。截止到2002年底,我国共有铁矿产地1995处,累计探明铁矿资源/储量是578.72亿吨,其中储量118.36亿吨,基础储量213.57亿吨,资源量365.15亿吨。前寒武纪铁矿占全国探明资源/储量65.6%,分布在21个省(自治区)、直辖市(图1)。

## 1 前寒武纪铁矿床主要类型

依据形成环境、成矿作用和成矿特征的不同,将前寒武纪铁矿床分为(火山)沉积变质型、与火山-侵入活动有关、沉积型、复合成矿作用型和岩浆型五类,可再细分为条带状铁建造铁矿床、与细碧角斑质火山-侵入活动有关的中浅变质铁矿床、沉积-变质热液改造型铁矿床等8个亚类(见表1)。

### 1.1 (火山)沉积变质型铁矿床

该类型是前寒武纪铁矿床的主要类型,其储量、矿产地和开采量均占全国首位,探明储量306亿吨,保有储量291亿吨,占全国铁矿探明

总储量的57.7%<sup>[3]</sup>,占全国前寒武纪铁矿探明总储量的87.9%。其中最主要的是条带状铁建造铁矿床亚类型,它是仅发育在前寒武纪时期铁矿床的特征类型。条带状铁建造指全铁含量大于15%,具有由富铁矿物(磁铁矿、赤铁矿等)和脉石矿物(以石英为主)组成条带状(或条纹状)构造的、富铁化学沉积岩。当条带状铁建造的全铁含量达到工业品位时,就成为条带状铁建造铁矿床。中国条带状铁建造铁矿床分布相当广泛,尤其在华北陆块产出更为集中,如鞍山-本溪、冀东-密云、五台-吕梁、安徽霍邱、山东鲁西、河南鲁山-登封-许昌等地<sup>[4]</sup>。据姚培慧等<sup>[3]</sup>的资料,鞍山-本溪、冀东-密云和五台-吕梁3个地区探明储量达220.7亿吨,占该类型探明总储量的72.1%,其中又以鞍山-本溪地区探明储量最多,达125亿吨。

根据条带状铁建造铁矿床的形成条件和成因再细分为阿尔戈马型和苏必利尔湖型两个亚类。阿尔戈马型主要指铁矿床的形成与海底火山作用关系密切,在含铁岩系中广泛分布火山岩,特别是中、基性火山岩。苏必利尔湖型铁矿

收稿日期:2005-10-15

基金项目:中国地质大调查综合研究项目(中国前寒武纪地壳演化与成矿)(K1.4-3.1)

作者简介:沈保丰(1935-),男,研究员,博士生导师,主要从事矿床和前寒武纪成矿作用研究工作。

床形成于大陆架海水相当浅的环境中,含铁岩系中石英岩、白云岩和黑色页岩相当发育,成因与火山作用关系不明确。

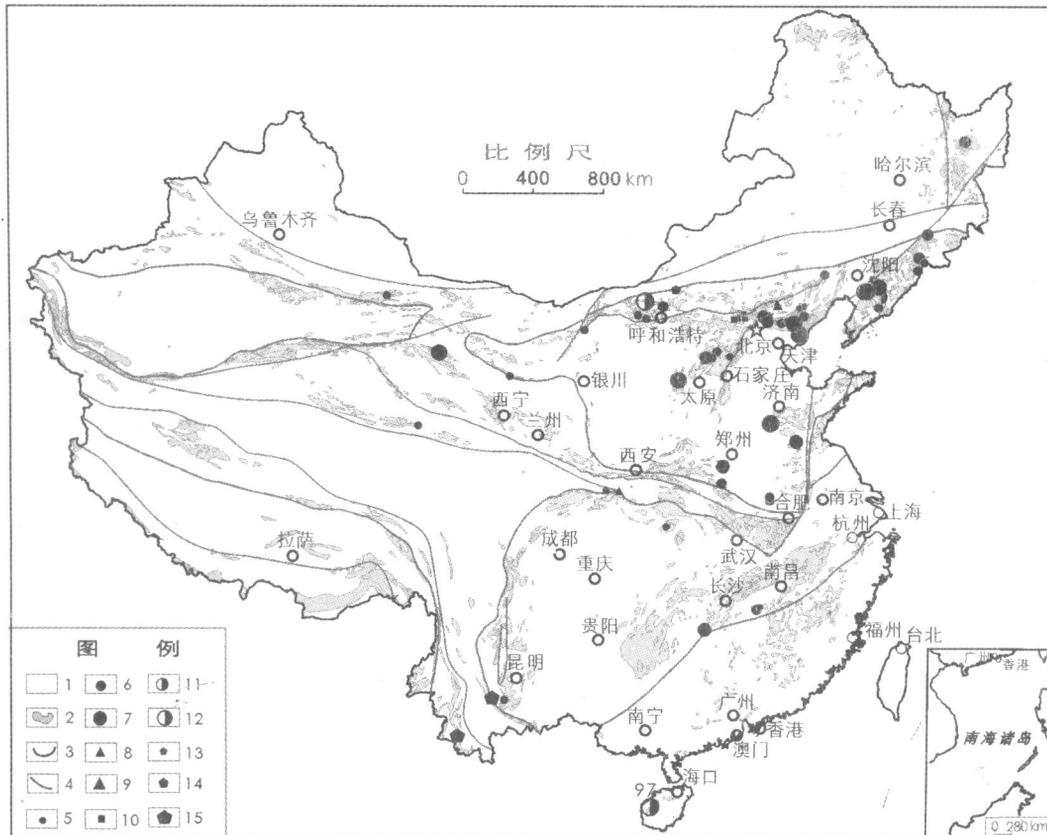


图 1 中国前寒武纪铁矿床分布图

Fig. 1 Sketch map showing the distribution of Precambrian iron deposits in China

- 1. 显生宙; 2. 前寒武纪地体; 3. 陆块分区界限; 4. 主要构造线; 5. 中型沉积变质铁矿床; 6. 大型沉积变质铁矿床;
- 7. 特大—超大型变质岩浆型铁矿床; 8. 中型岩浆型铁矿床; 9. 大型岩浆型铁矿床; 10. 中型沉积型铁矿床; 11. 大型复合型铁矿床;
- 12. 特大—超大型复合型铁矿床; 13. 小型火山岩型铁矿床; 14. 中型火山岩型铁矿床; 15. 特大—超大型火山岩型铁矿床

表 1 前寒武纪铁矿床类型简表

Table 1 Brief table of the Precambrian iron deposits type

类型	亚类	矿床实例
(火山) 沉积变质型铁矿床	样带状铁建造铁矿床	1. 阿尔戈马型铁矿床: 辽宁齐大山、西鞍山、歪头山, 河北水厂、司家营、大贾庄, 北京沙厂、山西山羊坪、柏枝岩、山东东坪等 2. 苏必利尔湖型铁矿床: 山西袁家村、尖山, 山东济宁等
	变质碎屑岩-碳酸盐岩型铁矿床	吉林大栗子、甘肃镜铁山、四川满银沟等
与火山-侵入活动有关的铁矿床	与碧碧角斑质火山-侵入活动有关的中-浅变质铁矿床	云南大红山, 云南惠民, 内蒙古温都尔庙、红格尔高, 陕西鱼洞子等
沉积型铁矿床	浅海沉积-生物成矿作用型铁矿床	河北庞家堡、烟筒山等
复合成矿作用型铁矿床	沉积-变质热液改造型铁矿床	海南石碌
	热水沉积-变质变形后期改造型铁矿床	吉林翁泉沟等
	喷流沉积-热液交代改造型铁矿床	内蒙古白云鄂博
岩浆型铁矿床	岩浆分凝-贯入型钒钛磁铁矿型矿床	河北大庙、河南赵案庄等

中国条带状铁建造铁矿床以阿尔戈马型为主,主要形成在太古宙,鞍山—本溪、冀东—密云、五台、鲁西、河南许昌等地区的铁矿床均属此类,如弓长岭、南芬、东、西鞍山、齐大山、歪头山、水厂、司家营、山羊坪、沙厂、东平、韩旺、三合明等铁矿床。以本溪歪头山铁矿床为例,歪头山铁矿床为特大型铁矿床,截止到 1990 年底累计探明储量 29 266.3 万吨<sup>[3,5]</sup>。该矿床含铁岩系地层自下而上可分为: 细粒斜长角闪岩, 夹角闪岩、阳起片岩,厚度大于 400 m; 条纹状铁闪磁铁石英岩、磁铁铁闪片岩,厚 0 ~ 20 m (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>); 中细粒斜长角闪岩,厚 10 ~ 30 m; 条纹状阳起磁铁石英岩、磁铁阳起片岩,厚度 10 ~ 80 m (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>); 石英阳起片岩、磁铁白云石大理岩、云母石英岩,厚 10 ~ 30 m; 条纹条带状透闪—阳起(或铁闪)磁铁石英岩,厚 0 ~ 40 m (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>); 石榴阳起片岩、黑云石英片岩、铁闪石榴石岩,厚大于 30 m; 黑云变粒岩、斜长角闪岩等。铁矿体共三层,Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 产在斜长角闪岩内,占总储量的 11%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 底板为斜长角闪岩,顶板为沉积岩,是矿区主要矿体,占总储量的 69%; Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 产在沉积岩(或少量火山沉积岩)中矿体,约占 20%。矿床形成与海相火山—沉积作用密切,属于绿岩带型铁矿床<sup>[6]</sup>。

苏必利尔湖型条带状铁建造铁矿床在中国分布不多,多形成于古元古代,主要产出在山西吕梁和山东济宁地区,代表性矿床有袁家村、尖山、狐姑山、济宁等铁矿。以袁家村铁矿为例:袁家村铁矿为超大型铁矿,截止到 1990 年底,累计探明储量为 89 450.1 万吨。铁矿赋存在吕梁群袁家村组,袁家村组可细分为三个段,相应为三个沉积—成矿旋回。每个沉积旋回的底部均从变质石英砂岩起,经绢云石英片岩、绢云千枚岩、绿泥片岩、铁硅质岩到绿泥片岩而绢云千枚岩的海进—海退的序列,也就是由碎屑岩经粘土岩到化学沉积岩再到粘土岩,然后又由碎屑岩开始构成另一个沉积旋回。以 4 线矿带为例:铁硅质岩下部由含豆状铁质碧玉岩开始,经磁铁石英岩、含铁闪磁铁石英岩到铁闪磁铁石英岩的海侵层序<sup>[7]</sup>。

条带状铁建造的沉积相可划分为氧化物相、硅酸盐相、碳酸盐相和硫化物相。在中国条带状

铁建造的沉积相以氧化物相为主,硫化物相相对发育较差。而氧化物相以磁铁矿亚相发育,其次为赤铁矿亚相。条带状铁建造经受不同的变质作用,从绿片岩相到麻粒岩相,太古宙条带状铁建造的变质作用一般为角闪岩相到麻粒岩相,因而磁铁矿颗粒较粗,有利于工业利用。

## 1.2 与火山—侵入活动有关的铁矿床(简称火山岩型)

在前寒武纪该类型铁矿主要是与海相细碧角斑质火山—侵入活动有关的中—浅变质铁矿床。铁矿形成时代为元古宙,从古元古代到新元古代都有产出。铁矿床不仅分布在华北陆块,而且在扬子陆块等地也有产出,其中较具代表性矿床有云南大红山、内蒙古温都尔庙、云南惠民、陕西鱼洞子等。

大红山铁铜矿床是产在扬子陆块西南缘呈东西向展布的古元古代大红山群中,截止到 1981 年底,探明铁矿石储量 4.58 亿吨,铜金属储量 135 万吨,伴生金 12 吨、银 84 万吨。大红山群是一套浅—中等变质的海相火山喷发—沉积岩系,自下而上共分老厂河组、曼岗河组、红山组、肥味河组和坡头组 5 个组,矿体产在火山喷发—沉积旋回的一定部位,铁矿与铜矿紧密共生,并呈多层交替产出。铁矿体主要产出在第 3 组红山组中部“次火山岩相”变钠质熔岩(钠长变粒岩)中,富集在钠质火山熔岩与火山碎屑岩及大理岩的过渡部位。铜矿体则赋存在第 2 组曼岗河组中的角闪片岩和大理岩的过渡部分,主要铜矿产于曼岗河组第三段的 1 号矿体,分 3 个矿体,均为铁铜共生。主要铁矿是赋存在红山组第一段的 1 号铁矿带,分 5 个矿体,除 1—4 矿体是铁铜共生外,其它均为单一铁矿体。矿体形态以层状、似层状为主,层位稳定。矿石构造以条纹状、条带状为主。矿床形成条件较为复杂,主要位于活动大陆边缘裂谷盆地,矿体沿受断裂控制的火山机构呈有规律的分布,并在海相偏碱性的中基性火山喷发、溢流和间歇期形成不同类型的矿体<sup>[8]</sup>。

## 1.3 沉积型铁矿床

在前寒武纪,沉积型铁矿床多与浅海沉积—生物成矿作用有关,主要分布在冀西北,南北两个矿带大致呈北东东向展布,有庞家堡、烟

简山、龙泉寺、大岭堡、辛窑、塔院、焦家沟等“宣龙式”铁矿床,其中具有代表性矿床为庞家堡铁矿床。该矿床产在中元古界长城系串岭沟组,累计探明铁矿石储量8 317.1万吨。串岭沟组厚70 m,分上、下二段。下段为含矿岩段,由下往上为砂页岩、含矿层和砂页岩,厚23 m;上段为页岩段,其下部为黑色致密均一层理的碳质页岩,顶部常夹薄层菱铁矿,上部为灰绿色叶片状页岩。矿化带共4层铁矿,连续矿化的有3层,共计厚度6.33 m。第1层鲕状赤铁矿,其顶、底部有0.47 m的菱铁矿,厚2.24 m;第2层鲕状、肾状赤铁矿,厚1.27 m;第3层肾状赤铁矿,厚0.82 m;第4层肾状赤铁矿,仅见于个别地段。肾状赤铁矿为单个管状或钟乳状迭锥的集合体,表明生物作用参与铁矿的形成。含矿岩段中薄层石英砂岩,包括铁矿层中的砂岩夹层,以及其下伏的常州沟组石英岩、石英砂岩等均普遍发育有波状层理、交错层理、波痕、泥裂等构造,矿石中的鲕状、肾状构造都显示其为浅海—滨海的动荡浅水沉积环境<sup>[3]</sup>。

#### 1.4 复合成矿作用型铁矿床(简称复合型)

这类型矿床的规模较大,形成较为复杂,矿床数量不多,常是由多种成矿地质作用的复合的结果,矿床中除铁外,还共生其他有益组分,有的矿床成因至今尚有争议,其中以内蒙古白云鄂博稀土—铌—铁矿床、海南石碌铁—铜—钴矿床和辽宁翁泉沟硼—铁矿床较为著名。

内蒙古白云鄂博稀土—铌—铁矿床是产于中元古代的世界级巨型多金属共生矿床。稀土储量占全国总储的83%,占世界总储量的43%;铌矿储量也极大,居世界第二位<sup>[9]</sup>;铁矿石储量14.59亿吨。在矿区内已发现73种元素,构成160多种矿物,其中属世界首次发现的新矿物有10余种。有综合利用价值的矿产达26种,除稀土、铌、铁外,还有钽、铪、钾、萤石、石英岩分别计算了储量。矿床产在中元古代狼山—白云鄂博裂谷系东部的白云鄂博群尖山组上段,矿床东西长18 km,南北宽0.5~5 km,面积约54 km<sup>2</sup>,由4种产状不同的含矿地质体组成。层状矿体为白云鄂博矿的主体,由含矿白云岩、铁矿层、富钾板岩组成;矿石常由不同颜色的矿物相间成条带而显示条带状构造,如稀土矿物呈黄褐色条带,

铁矿物呈钢灰色条带,萤石为紫色条带,磷灰石和白云石呈浅色条带等;矿体产状与地层产状一致。含稀土、铌矿碳酸盐脉常分布在宽沟背斜轴部和两翼,脉体与地层走向垂直或斜交,一般宽1~2 m,长数十米,分布稀疏。产于层状矿体中的后期含稀土、铌矿细脉走向与层状矿石条带垂直或平行,矿物成分与层状矿石的矿物成分相似,但粒度远比层状矿石粗大。白云岩和钾长板岩与华力西期花岗岩接触形成的夕卡岩矿床<sup>[10]</sup>。

白云鄂博是一个有多次裂谷作用的地区,第一期裂谷作用发生在1 728 Ma左右,是白云鄂博群沉积时期,不仅有铁矿沉积,还有稀土矿化;第二期裂谷作用在1 300~1 200 Ma,是火成碳酸岩浆活动,与其有关的含稀土流体交代了先期沉积的稀土铁矿床,使稀土进一步富集;第三期裂谷作用发生在800~700 Ma,有碱性脉体活动。加里东期的年龄是改造年龄<sup>[11]</sup>。矿床成因属喷流沉积,又经历了火成碳酸岩有关富稀土流体的叠加改造。

海南石碌铁矿床是目前我国规模最大的富铁矿床,累计探明铁矿石储量4.16亿吨,平均品位TFe 51.15%,共(伴)生矿有:Co 13 078.65 t,品位0.307%;Cu 75 793.82 t,品位1.58%;钴、铜矿中还伴生Ni、Ag、S等矿;此外还共生硫铁矿、熔剂白云岩、石英岩等矿<sup>[3]</sup>。石碌铁矿位于华夏陆块琼中裂隙槽内—新元古代微陆块内(属华夏古陆块裂解产物),矿区范围约16 km<sup>2</sup>。矿床赋存于新元古界青白口系石碌群浅变质岩系中。石碌群原岩是沉积分异作用较好,具韵律结构,以粗粉砂岩、泥质粉砂岩为主,间夹镁质碳酸盐岩、粉砂质泥岩、石英砂岩的沉积岩组合,自下而上分六层,铁、钴、铜矿体产于第六层。

第六层下部是条带状(透辉、透闪)白云岩,为钴铜矿赋矿层;中部为含铁—铁质千枚岩、石英岩、条带状透辉透闪石化白云岩、透辉透闪石岩,夹多层赤铁矿(主要铁矿层),底部断续见硬石膏,而紧邻铁矿体的顶底板,常有一层厚薄不一的砂岩、硅质岩或页岩;上部为透辉透闪石化白云岩、碳质白云岩夹碳质千枚岩、厚层白云岩,局部夹含铁砂岩及贫铁矿。矿体呈层状、似层

状,北西西走向复式向斜与东西向断裂复合部位控制矿体的重新定位,层间滑动作用和褶皱的弯流作用促使铁矿体的富集加厚,因此主矿体和富铁矿体及铜、钴矿体多赋存于复式向斜的某些褶皱紧密、流动构造发育、形变强烈地段。铁矿石主要由鳞片状赤铁矿和石英组成,有少量磁铁矿,局部见黄铁矿、磁黄铁矿和菱铁矿。矿床成因尚有争议,笔者认为热卤水沉积和后期变质热液叠加改造更能解释石碌矿床的地质特征。

### 1.5 岩浆型铁矿床

该类型矿床在前寒武纪分布不广,相对规模也不大,目前已知的有河南舞阳地区新太古代赵案庄式铁矿床和河北承德中元古代大庙式铁矿床,后者较具代表性。

河北承德中元古代大庙式铁矿床主要是指产于大庙斜长杂岩内的钒钛磁铁矿床、钒钛磁铁—磷灰石矿床。目前已知的有大庙、马营、黑山、罗锅子沟、大乌素沟、乌龙素沟等矿床(点)、矿化点近百处,其中以大庙钒钛磁铁矿床较为著名。

大庙钒钛磁铁矿床位于大庙斜长杂岩的西部边缘,矿区面积  $3.7 \text{ km}^2$ 。杂岩体由 75% 左右斜长岩和淡色苏长岩(20% 左右)、苏长岩及少量淡色辉长岩组成。斜长岩 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$  中子活化法坪年龄( $1\ 656.4 \pm 15.2$ ) Ma, 为中元古代产物。全区共有大小矿体 52 个,其中主矿体 8 个。矿石主要由钒钛磁铁矿、钛铁矿及硫钴矿、针镍矿、镍黄铁矿、磷灰石和金红石等组成。矿石构造有致密块状和浸染状两类。全区平均品位 TFe 25.69%,  $\text{TiO}_2$  6.71%,  $\text{V}_2\text{O}_5$  0.23% ~ 0.43%, 伴生有益元素还有 Co、Ni 等,有害元素为 P、S 等。全区累计探明铁矿石储量 4 657.2 万吨。成矿是在岩浆深部液态重力分异作用下,分离成不混熔的铁矿浆,形成分凝—贯入型和分凝型矿体。

## 2 前寒武纪铁矿床时空分布

### 2.1 时间分布

中国前寒武纪铁矿床自古太古代到新元古

代,近 30 亿年的各个地史时期均有产出。但不同时期铁矿床的类型、规模有一定的差异。

#### 2.1.1 古太古代(3 600 ~ 3 200 Ma) —中国最古老的铁矿床

根据目前的资料,中国最古老的铁矿床是产在冀东迁安古太古代曹庄岩组中的杏山、脑峪门、黄柏峪等一些中小型(或矿点)条带状铁建造铁矿床,其中以杏山铁矿床的规模较大,为中型矿床。条带状铁建造铁矿床常与斜长角闪岩、夕线黑云斜长片麻岩夹石榴或堇青石英岩、黑云片岩等共同产出,变质作用为高角闪岩相至麻粒岩相,原岩建造为基性火山岩—泥砂质—不纯碳酸盐—硅铁质沉积建造,常以大小不等的包体分布在早期英云闪长岩和新太古代的花岗闪长岩和花岗岩内,零星分布(图 2)。铁矿石为贫矿,条带状、条纹条带状构造,中粗粒结构,主要矿物为磁铁矿、石英、镁铁闪石,次要矿物有阳起石、普通角闪石。与条带状铁建造铁矿层共同产出的斜长角闪岩 Sm-Nd 等时线年龄为( $3\ 470 \pm 107$ ) Ma<sup>[12]</sup>,同时乔广生等<sup>[13]</sup>在 1987 年获得曹庄—黄柏峪一带斜长角闪岩的 Sm-Nd 等时线年龄为( $3\ 495 \pm 15$ ) Ma。说明杏山、黄柏峪等铁矿床形成时代约 3 500 Ma,这不仅是我国最古老的铁矿床,同时也是世界上最古老的矿床之一。其形成环境为大陆边缘的火山沉积盆地。

#### 2.1.2 中太古代(3 200 ~ 2 800 Ma)铁矿床

中太古代是大规模铁矿成矿的最早时期,但类型单一,为条带状铁建造铁矿床。在此期间在冀东、密云、辽北、阜平、内蒙古等地形成一批铁矿床,如冀东迁安的水厂、孟家沟、宫店子、大石河等矿床,构成迁安铁矿区;北京密云的沙厂等矿床;辽北的罗卜坎、小菜河、傲牛等矿床;冀西阜平的僧官、黄石口、东庄等矿床;内蒙古壕赖沟等。但除冀东水厂铁矿床为超大型矿床(铁矿石储量为 9.02 亿吨),冀东大石河、孟家沟铁矿床和密云沙厂铁矿床为大型—特大型矿床外,多数为中小型矿床,甚至矿点。该类型铁矿床赋存的地层为迁西岩群、浑南岩群、密云岩群、阜平岩群等。

叶东虎. 河北省承德市黑山钒钛磁铁矿床,钒钛磁铁—磷灰石矿床地质特征及成矿机理. 河北省地质矿产局第四地质大队,1989,1-335.

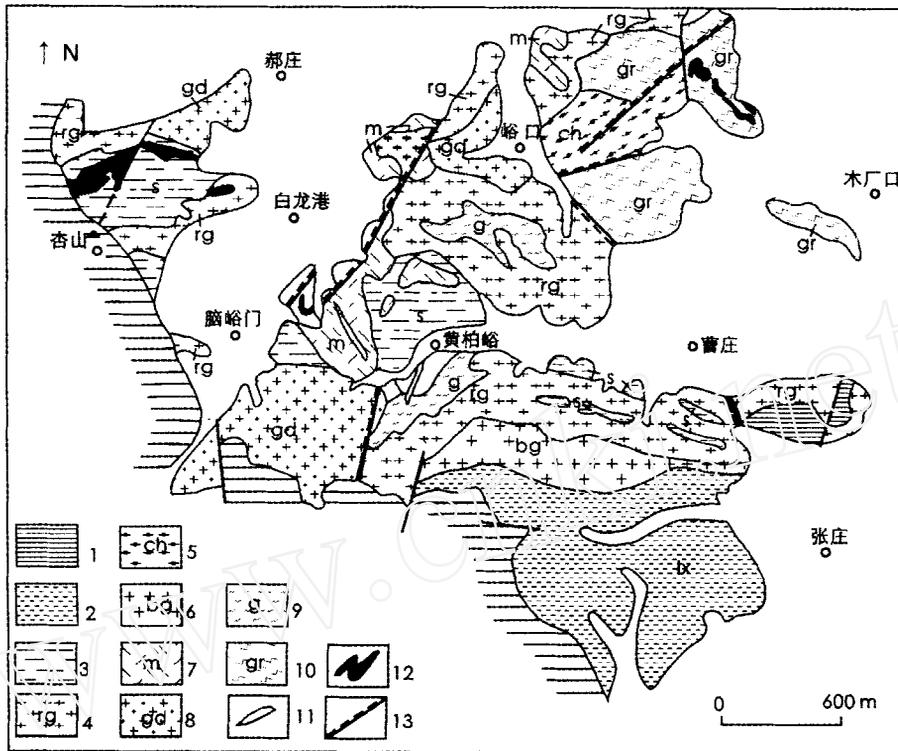


图 2 杏山、黄柏峪等铁矿区地质略图(据陈涛,1986)

Fig. 2 Simplified geological map of the Xingshan and Huangbaiyu iron fields

- 1. 中元古代盖层; 2. 新元古代滦县岩群; 3. 古元古代壳岩; 4. 红色花岗岩及片麻状红色花岗岩; 5. 紫苏花岗岩;
- 6. 古元古代黑云母花岗岩; 7. 石英二长岩; 8. 花岗闪长岩及片麻状花岗闪长岩; 9. 灰色片麻岩; 10. 麻粒岩; 11. 古元古代基性岩脉; 12. 条带状铁建造; 13. 韧性剪切带

### 2.1.3 新太古代(2 800 ~ 2 500 Ma) 铁矿床

新太古代是中国铁矿形成的最重要时期,在此期间形成铁矿的储量约占全国铁矿总储量的 50% 左右;同时也是中国绿岩带发育的主要时期,辽宁鞍山、冀东滦县、遵化、山西五台山、山东鲁西、河南登封、许昌等地铁矿床多数与绿岩带有关,如辽宁西鞍山(铁矿石储量 17.28 亿吨,以下数字均为铁矿石储量)、齐大山(16.4 亿吨)、南芬(12.89 亿吨)、东鞍山(12.06 亿吨)、胡家庙子(11.13 亿吨)、弓长岭(8.69 亿吨)、冀东司家营(17.02 亿吨)、山西山羊坪(7.31 亿吨)、山东东平(5.3 亿吨)等超大型铁矿床及一大批辽宁歪头山、吉林板石沟、河北大贾庄、山西柏枝岩、河南许昌等大型、特大型铁矿床。这些矿床产在新太古代绿岩带中,铁矿床在空间、时间和成因与海底火山活动关系密切。如辽宁东、西鞍山(图 3)等铁矿床的条带状铁建造的下部为灰绿色千枚岩段,为矿体下盘围岩,上部为灰色千枚岩段,其原岩建造为泥质—中酸性杂砂岩(夹基性火山岩)—硅铁质火山—沉积建造。火山作用促使大

量的铁质自深部带入海盆,一般火山活动强烈、延续时间较长,则产生的铁质愈多。在强烈的火山活动后,如有一个较为稳定和长时间的火山间隙期,是形成大矿的重要条件。总之,这类铁矿床可与绿岩带的阿尔戈马型铁矿相对比。

### 2.1.4 古元古代(2 500 ~ 1 800 Ma) 铁矿床

古元古代也是大规模铁矿成矿期间,但矿床类型除条带状铁建造铁矿床外,还有与海相细碧角斑质火山—侵入活动有关的中—浅变质大红山铁铜矿床和火山热水沉积—变质改造型翁泉沟硼铁矿床。在古元古代的条带状铁建造铁矿床的主要类型是苏必利尔湖型,也就是以沉积作用为主的铁矿床,而不是在太古宙与海相火山作用关系密切的阿尔戈马型铁矿床,主要分布在山西和山东,其中以山西吕梁地区袁家村铁矿床较为著名。从古元古代开始,不仅在华北陆块产出大型铁矿床,而且在扬子陆块也开始大规模铁的成矿作用,但其类型与华北陆块不同,其中具有代表性的是产于扬子陆块西南缘的大红山铁铜矿床。

热水沉积 - 变质变形改造型翁泉沟硼铁矿床不仅是一个特大型铁矿床,而且是一个超大型硼矿床,并伴生铀和稀土元素。矿床赋存在华北陆块北缘东段古元古代辽吉裂谷内辽河群下部的里尔峪组,由角闪黑云变粒岩、电气石变粒岩、角闪透辉变粒岩夹浅粒岩、白云质大理岩、蛇纹岩、金云母岩构成的组合内。矿体呈层状、似层状及透镜状,一般延长 10 m 至数百米,个别达数千米,最大厚度 156 m。硼铁矿体皆产

于富铁蛇纹岩中,并与容矿岩石一道,无论沿走向或倾向,均可发现明显的膨缩、分枝复合,甚至与围岩同步褶曲等现象。矿体成群集中产于古元古代花岗岩穹隆构造内,在向斜构造中保存较好。矿石构造为致密块状、条带状、网脉状,特征的共生矿物组合磁铁矿—硼镁铁矿—硼镁石(遂安石)—镁橄榄石—菱镁矿,围岩蚀变发育。

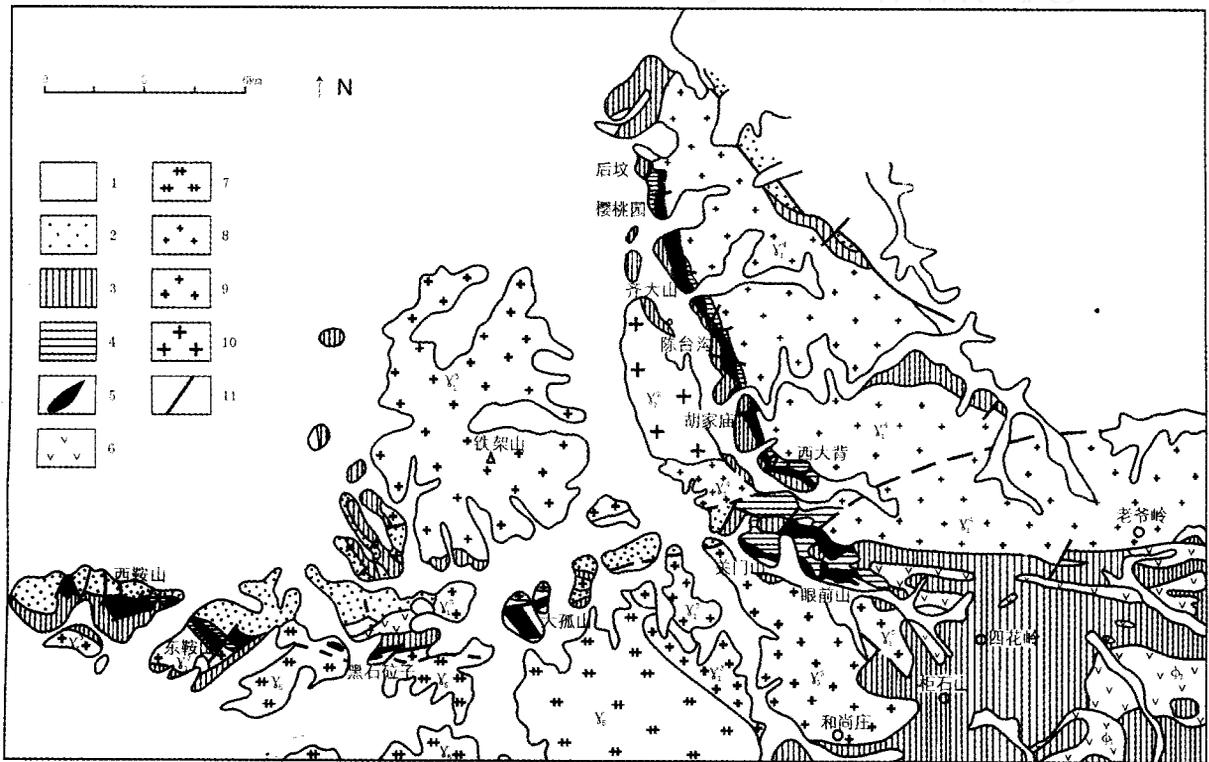


图 3 鞍山铁矿床分布区地质略图(据张秋生等<sup>[14]</sup>,1988;伍家善等<sup>[15]</sup>,1998,修编)

Fig. 3 Simplified geological map showing distribution of Anshan iron deposits

1. 第四系; 2. 新元古代钩鱼台组; 3. 辽河群; 4. 鞍山岩群; 5. 铁矿床; 6. 太古宙变辉绿岩; 7. 中生代花岗岩; 8. 新太古代花岗岩(†); 9. 中太古代花岗岩(‡); 10. 古太古代花岗岩(§); 11. 断层

2.1.5 中元古代—新元古代青白口纪(1 800 ~ 800 Ma) 铁矿床

该时期也是铁矿的大规模形成时期。铁矿床分布广,矿床类型较多,有喷流沉积—热液交代改造的超大型白云鄂博稀土—铌—铁矿床、沉积—变质热液改造型超大型石碌铁—钴—铜矿床、岩浆分凝—贯入型大庙钒钛磁铁矿床、浅海沉积—生物成矿作用型庞家堡铁矿床,变质碎屑岩—碳酸盐岩型的甘肃镜铁山、四川满银沟等铁矿床,还出现与板块俯冲作用有关的、与细碧角斑质火山活动有关的,产于蛇绿岩套中

的内蒙古温都尔庙、云南惠民、陕西鱼洞子等铁矿床。但在此期间,典型的条带状铁建造铁矿床则已不出现。

2.1.6 新元古代南华纪—震旦纪(800 ~ 543 Ma) 铁矿床

南华纪—震旦纪时期铁矿床分布较少,主要分布在扬子陆块东南缘中西段,在南华纪早期古陆边缘裂陷下降过程中火山沉积作用形成的铁矿床,即通常所说的新余式铁矿。新余式铁矿主要分布在赣中新余市内,其次在分宜、安福、戈阳、南城及宜黄等地,是我国时代最新的

条带状铁建造铁矿床,矿带断续延伸达 350 km,已发现杨家桥(大型、储量 2.15 亿吨)、良山(中型、储量 2 451 万吨)、太平、寨口、下坊、井头、松山等一批铁矿床。矿床类型类似于阿尔戈马型。这类型铁矿储量约占江西省总储量 63%。

## 2.2 空间分布

中国前寒武纪铁矿床的空间分布与中国前寒武纪地壳演化紧密相连。中国前寒武纪地壳的形成、发展和演化至少经历了 7 次重大的地质事件和演化阶段及相应的成矿作用<sup>[17]</sup>,而作为在前寒武纪分布频率较高的铁矿床其分布的特征也与之有关。

### 2.2.1 中国前寒武纪铁矿床主要分布在东部

中国东部(指东经 108°以东地区)是前寒武纪铁矿床主要分布区,广泛分布着占全国铁矿储量 57.7%的早前寒武纪(火山)沉积变质型铁矿床(图 1)。超大型条带状铁建造铁矿床如弓长岭、南芬、西鞍山、东鞍山、胡家庙子、齐大山、水厂、司家营、袁家村、山羊坪、东平等铁矿床全部产于东部。在东部前寒武纪铁矿床的五种类型((火山)沉积变质型、火山岩型、沉积型、复合型和岩浆型)都有产出;在西部主要为复合型、火山岩型和(火山)沉积变质型的变质碎屑岩型等铁矿床。东部前寒武纪铁矿床的成矿时代除始太古代外,几乎包含有古太古代、中太古代、新太古代、古元古代、中元古代、新元古代各个代,而西部的铁矿床较少,几乎缺失了太古宙时代的矿床(或成矿规模较小)。

### 2.2.2 中国前寒武纪铁矿床主要产出在陆块区

中国前寒武纪铁矿床主要分布在华北陆块、扬子陆块,其次在华夏陆块、佳木斯微陆块等地;在造山带中前寒武纪铁矿床较少,目前仅在三江和秦祁昆造山带有规模较大的铁矿床产出。华北陆块是中国前寒武纪铁矿床主要分布区,特别是中国太古宙—古元古代的条带状铁建造铁矿床大多数产出在本区,其中辽宁、河北、山西、北京、山东、安徽等 6 省(市)的探明储量就达 241.4 亿吨,占全国探明储量 45.43%,尤以辽宁鞍山—本溪地区最多,有矿产地 45 处,探明储量 125 亿吨,占全国探明总储量的 23.5%<sup>[4]</sup>。在华北陆块北缘分布白云鄂博稀

土—铌—铁矿床、翁泉沟硼铁矿床、宣龙式铁矿床、大庙式钒钛磁铁矿床等。本区成矿时代从古太古代至青白口纪各个时代都有。由于华北陆块地壳形成较早,地壳演化历史又较完整,因而在中国具有工业意义的条带状铁建造型、变质碎屑岩—碳酸盐岩型、沉积型、岩浆型等最老成矿时代的铁矿床均产出在本区。扬子陆块亦是中国前寒武纪铁矿成矿比较重要地区。但成矿特征与华北陆块有较大差别,成矿时代是元古宙,从古元古代到南华纪。矿床类型有(火山)沉积变质型和火山岩型。(火山)沉积变质型中以变质碎屑岩—碳酸盐岩型为多,而条带状铁建造型仅发育在扬子陆块东南缘中西段南华纪新余式铁矿。火山岩型以古元古代大红山铁铜矿床最著名。在三江造山带中产出超大型火山岩型新元古代惠民铁矿床,在秦祁昆造山带中特别在北祁连分布着中元古代(火山)沉积变质型特大型镜铁山铁矿床。

### 2.2.3 陆块边缘和内部的裂谷(或裂陷槽)是前寒武纪矿床产出的十分有利的空间

古陆边缘是成矿十分有利的构造部位,如华北陆块北缘,东西长约 1 500 km,南北宽约 200 ~ 300 m,涉及辽宁省、吉林南部、河北北部、内蒙古中西部,面积约 40 万 km<sup>2</sup>,是我国太古宙阿尔戈马型条带状铁建造铁矿床主要分布区,同时在东段分布古元古代大栗子铁矿床、翁泉沟硼铁矿床,中段产出超大型的白云鄂博稀土—铌—铁矿床。在中元古代华北克拉通伸展—裂解产生的燕辽等裂陷槽内形成了我国最古老的沉积型宣龙式铁矿床和岩浆型大庙式钒钛磁铁矿床。在扬子陆块西南缘、北缘和东南缘也是前寒武纪铁矿床产出的十分有利空间。在扬子陆块西南缘分布着海相火山岩型大红山铁铜矿床、鲁奎山、满银沟等沉积变质型铁矿床;在扬子陆块东南缘产出新元古代新余式条带状铁建造铁矿床。

## 3 中国前寒武纪铁矿成矿演化特征

中国前寒武纪铁矿从古太古代到新太古代各个时期都有产出,是一个在前寒武纪时期贯通性的矿种,其成矿演化特点明显。

### 3.1 成矿规模由弱到强再到弱

从古太古代到新元古代铁矿的成矿规模明显变化。在古太古代仅产出冀东迁安曹庄岩组中的杏山、脑峪门、黄柏峪等一些中、小型铁矿床,其铁矿石总储量约 1 亿吨左右。中太古代在冀东、密云、辽北、阜平、内蒙古中部都产出条带状铁建造铁矿床,而且在冀东水厂铁矿床为超大型矿床规模。新太古代不仅是前寒武纪铁矿,而且是中国铁矿鼎盛时期,在华北陆块的北缘、南缘、五台、鲁西都有分布,特别是鞍山—本溪、冀东—密云、五台更为集中,产出一批如:弓长岭、南芬、西鞍山、东鞍山、胡家庙子、齐大山、司家营、山羊坪、东平等超大型的阿尔戈马型条带状铁建造铁矿床。这时期铁矿石储量约占总储量的 50%。古元古代又是中国铁矿形成的第二个重要时期。这时期在辽东、山西吕梁、云南大红山等地均有分布,产出如袁家村、大红山、翁泉沟等超大型—特大型铁矿床。中元古代—青白口系铁矿床分布面积广,矿床类型多,其中较为著名的是超大型白云鄂博和石碌铁矿床。南华纪—震旦纪铁矿规模较小,分布较为局限,其中较为重要的是江西新余式铁矿床。

### 3.2 成矿区域由局部到全面

在古太古代形成的铁矿床仅局限在华北陆块北缘中段冀东迁安黄柏峪一带约 15 km<sup>2</sup>。中太古代铁矿床分布范围明显增大,分布在冀东迁安、北京密云、辽宁清原、河北阜平、内蒙古壕赖沟等地,多位于华北陆块北缘。新太古代铁矿床分布几乎遍及整个华北陆块,从北缘到南缘,从鲁西—五台山—恒山,都有不同程度的分布,尤以鞍山—本溪、冀东滦县、滦南、遵化、宽城等地和五台山一带较为集中。古元古代铁矿床不仅在华北陆块有产出,而且在扬子陆块也有分布。华北陆块主要分布在山西吕梁地区和山东济宁一带,扬子陆块则分布在西南缘云南新平地区。中元古代—青白口纪的铁矿床分布范围更广,除华北陆块外,扬子陆块的西南缘、北缘,华夏陆块的西缘,塔里木陆块北缘等地,此外在祁连造山带北缘,三江造山带南缘等地都有产出,可见中元古代—青白口纪在中国前寒武纪主要构造单元内都有铁矿床分布,具全局性,当然在不同地区成矿强度不一,以华北陆

块和扬子陆块最为重要。南华纪—震旦纪铁矿床分布范围较小,具有工业价值的铁矿资源,主要分布在江西新余一带。

### 3.3 矿床类型由简单到复杂再简单

太古宙铁矿床的类型比较单一,古太古代—中太古代铁矿床主要类型为产在高级变质区(或深变质绿岩带)的阿尔戈马型条带状铁建造型,新太古代主要是与绿岩带有关的阿尔戈马型条带状铁建造型。沉积相都属于氧化物相磁铁矿亚相铁建造。在古元古代,随着地球动力学地质事件的变化,铁矿床类型明显增多,除条带状铁建造铁矿床外,还有火山岩型大红山铁铜矿床、沉积变质型大栗子碳酸盐型铁矿床和热水沉积—变质变形改造型翁泉沟硼铁矿床。该时期条带状铁建造型主要属于苏必利尔湖型,并且赤铁矿、镜铁矿较发育。从中元古代—青白口纪,随着地壳演化的特点,铁矿床类型呈现多样性,一方面在太古宙—古元古代呈绝对优势的条带状铁建造型铁矿床基本消失;而另一方面生物、岩浆和复合等成矿作用有了较大发展,因而这时期的矿床类型较多,几乎前寒武纪所有的类型铁矿床都有,如:(火山)沉积变质型镜铁山、满银沟铁矿床,火山岩型惠民、温都尔庙铁矿床,沉积型庞家堡铁矿床,复合型白云鄂博、石碌铁矿床和岩浆型大庙铁矿床。南华纪—震旦纪主要发育条带状铁建造型新余式铁矿床,但其规模和强度较小,无法与太古宙—古元古代条带状铁建造型铁矿床相比。

## 4 结语

(1) 前寒武纪是中国铁矿重要成矿期。前寒武纪铁矿床分布在全国 21 省(自治区)、直辖市,占全国探明铁矿资源/储量 65.6%。

(2) 前寒武纪铁矿床类型可分为:(火山)沉积变质型铁矿床、与火山—侵入活动有关的铁矿床、沉积型铁矿床、复合成矿作用型铁矿床和岩浆型铁矿床五类,再细分为条带状铁建造铁矿床、与细碧角斑质火山—侵入活动有关的中浅变质铁矿床、沉积—变质热液改造型铁矿床等 8 个亚类。(火山)沉积变质型铁矿床是前寒武纪铁矿床的主要类型,其储量、产地和开采量均占全国首位,占全国铁矿探明总储量的

57.7%和全国前寒武纪铁矿探明总储量的87.9%,其中最主要的是条带状铁建造铁矿床亚类,是前寒武纪的特征类型,是仅发育在前寒武纪时期的铁矿床。

(3)冀东迁安古太古代曹庄岩组中的杏山、黄柏峪等铁矿床是中国最古老的铁矿床,形成时代约3500 Ma,同时也是中国和世界最古老的矿床之一。新太古代是中国铁矿形成的最重要时期,此期间形成铁矿的储量约占全国铁矿总储量的50%左右,矿床类型是与绿岩带有关的阿尔戈马型条带状铁建造铁矿床。古元古代、中元古代—青白口纪也是铁矿重要成矿期。

(4)中国前寒武纪铁矿床的空间分布与中国前寒武纪地壳演化紧密相连。中国前寒武纪铁矿床主要分布在中国东部、陆块区和陆块边缘和内部的裂谷中。

(5)中国前寒武纪铁矿床的演化特征具有成矿规模由弱到强再弱,成矿区域由局部到全面,矿床类型由简单到复杂再简单的演化特点。

#### 参考文献:

- [1]沈保丰,杨春亮,翟安民,等. 中国前寒武纪矿床时空分布[J]. 矿床地质,2004,23(增刊):62-70.
- [2]宋瑞祥. 中国矿产资源报告:1996[M]. 北京:地质出版社,1997,1-308.
- [3]姚培慧. 中国铁矿志[M]. 北京:冶金工业出版社,1993,1-662.
- [4]沈其韩. 华北地台早前寒武纪条带状铁英岩地质特征和形成的地质背景[A]. 程裕淇. 华北地台早前寒武纪地质研究论文集[C]. 北京:地质出版社,1998,1-30.
- [5]《中国矿床发现史·综合卷》编委会. 中国矿床发现史综合卷[M]. 北京:地质出版社,2001,1-801.
- [6]沈保丰,彭晓亮,骆辉,等. 华北陆台太古宙绿岩带及矿床[A]. 张贻侠,刘连登. 中国前寒武纪矿床和构造[C]. 北京:地震出版社,1994,1-38.
- [7]沈保丰,宋亮生,李华芝. 山西省岚县袁家村铁建造的沉积相和形成条件分析[J]. 长春地质学院学报,1982,(增刊):31-51.
- [8]黄崇轲,白冶,朱裕生,等. 中国铜矿床[M]. 北京:地质出版社,2001,1-705.
- [9]中国钢铁工业五十年编委会. 中国钢铁工业五十年[M]. 北京:冶金工业出版社,1999,1-630.
- [10]白鸽,袁忠信,等. 白云鄂博矿床地质特征和成因论证[M]. 北京:地质出版社,1996,1-104.
- [11]任英忱,王凯怡. 白云鄂博超大型REE-Fe-Nb矿床研究[A]. 涂光炽,等. 中国超大型矿床( ) [C]. 北京:科学出版社,2000,10-26.
- [12]Jahn B M, Auray B, Conicher J, Bai Y L, Shen Q H, Liu D Y. 3.5 Ga old amphibolites from eastern Hebei Province, China: Field occurrence, Petrography, Sm-Nd isochron age, REE Geochemistry [J]. Precambrian Research, 1987, 34: 311-346.
- [13]乔广生,王凯怡,郭起凤,等. 冀东早太古代岩石 Sm-Nd 同位素年龄测定[J]. 地球科学, 1987, 1: 86-92.
- [14]张秋生,等. 辽东半岛早期地壳与矿床[M]. 北京:地质出版社,1988,1-552.
- [15]伍家善,耿元生,沈其韩,等. 中朝古大陆太古宙地质特征及构造演化[M]. 北京:地质出版社,1998,1-212.
- [16]Nie F J, Pei R F, Wu L S. Sm-Nd isotopic study on metavolcano-sedimentary rocks of Wenduermiao Group, Inner Mongolia, R. P. China [J]. Chinese Science Bulletin, 1994, 39(16): 1367-1371.
- [17]沈保丰,杨春亮,翟安民,等. 中国前寒武纪地壳演化与成矿[J]. 矿床地质,2004,23(增刊):78-89.

## Temporal Spatial Distribution and Evolutional Characters of Precambrian Iron Deposits in China

SHEN Bao feng, ZHAI An min, YANG Chun fang, CAO Xiu fan

(Tianjin Institute of Geology and Mineral Resources, Tianjin 300170)

**Abstract:** Precambrian is very important period for iron deposit generation. The proved iron ore resource/reserve occupies 65.6% of the total in China. The Precambrian iron deposits can be divided

into 5 types: (volcanic) meta-sedimentary type, volcanic type, sedimentary type, complex type and magmatic type. And it can be further divided into 8 subtypes: such as BIF subtype, mid-tight meta-deposit about spilite-keratophyre subtype, sedimentary meta-hydrothermal solution reworked subtypes etc. The (volcano) meta-sedimentary iron deposit, especially the BIF iron deposit is the most important type. Its reserve, mineral occurrence and mining measure are the national first in China. And the BIF deposit is characteristic type, which formation belongs to the Algoma BIF related to the green rock belt and develops only in the Precambrian period. The oldest iron deposit in China formed in Paleoproterozoic. The Neoproterozoic is the most important period of the iron deposit formation in China. The iron ore reserve in this period is about 50% of the total in China. The Chinese iron ore deposits are distributed in the eastern region of China, mainly in paleocontinental margins and rifts within paleocontinents.

**Key words:** Precambrian iron deposits; type of the iron deposits; temporal and spatial distribution; evolution characters

## “环渤海海岸带近代沉积环境”专题报告评审获优

2005年10月21-23日,以天津地质矿产研究所王宏研究员为首的课题组提交的《环渤海海岸带近代沉积环境》专题研究报告通过评审,并获“优秀”。该专题系“环渤海地区地下水资源与环境地质综合研究”子项目之一。

主要成果如下:(1)该项目在总结前人的研究成果基础上,从全新世地层的划分及基本地层构成、全新世海侵最大边界及区域地质构造背景三个方面概述了研究区的基本地质情况。(2)通过野外地质、地貌调查,探讨了三个重点研究区(辽东湾、渤海湾、莱州湾)中、晚全新世以来沉积环境的变化,初步建立了三个湾区平原近几千年来沉积环境演化模式。通过不同时相遥感解译结果进行了地貌分区,阐述了环渤海海岸近代岸线及地表环境变化的特征,粗略获得了岸线的侵蚀与淤进速率。(3)对中晚全新世以来地质环境变化的记录者——浅表地层进行了岩石地层、年代地层、磁性地层综合研究,对重点研究区辽东湾、渤海湾、莱州湾的浅表地层进行了详细研究,利用所取得的新资料分别对各区沉积环境进行了分类,对各湾区浅表地层进行了分区。搜集了环渤海海岸带地区 $^{14}\text{C}$ 年龄数据约560个,并对这些数据进行了系统校正,建立了近似太阳纪年的校正年龄数据库。(4)介绍了国内外在 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 年代学及环渤海海岸带研究中的应用现状,获得了中国东部(长江以北)沉积物中“ $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 标准积蓄量”,分析了渤海湾 $^{210}\text{Pb}_{\text{exc}}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 的垂直分布特征,讨论了环渤海海岸带近百年来的沉积速率,将海岸带现代沉积速率分为六个区。(5)在三个湾区施工的揭穿全新世地层的全取心地质钻孔进行了岩石地层学、磁性地层学、生物地层学、气候地层学及地球化学等学科的综合研究,对三大湾区地层进行了对比,总结了万年尺度的地质环境变化特征。(6)讨论了全新世沉积结构、全新世下限。论述了由更新世进入全新世以来,在环渤海各湾区的地质环境变化主要表现在:海陆环境变化、沼泽化环境出现、新构造活动等方面;并对特殊地质环境变化——大吴庄牡蛎礁的礁群、年代序列及牡蛎礁平原的成因进行了重点讨论。(7)在对全新世以来不同尺度地质环境变化研究基础上,分析了现代地质环境变化的主要影响因素,对2030年环渤海海岸带地质环境变化进行了趋势性预测,对重点地区——天津市及其沿海地区地表高程变化趋势进行了详细剖析。

本刊编辑部报道