论我国铁矿边缘成矿

孙启祯

（冶金工业部第一地质勘查局·河北三河市）

本文从板块边缘、地台地槽边缘、古海盆边缘、岩体边缘、构造边缘和地层—岩石界面等不同级别、不同类型的成矿边缘论述了我国主要类型铁矿的时空分布规律，指出了铁矿找矿方向。

关键词 中国铁矿　边缘成矿　成矿时期　空间分布

作者在“论边缘成矿——关于金属矿床的时空分布及其成因联系”[1]一文里论述了金属矿床在空间上是沿着大地构造单元或地质体的边缘部位即异相交接带分布的；时间上是在不同地质时期或成矿作用时期的早期或晚期形成的；而地球内部及外部的各种差异因素是造成这种边缘成矿的主要原因。本文应用边缘成矿理论对我国铁矿的成矿和分布规律作一具体论述。

板块边缘成矿

铁矿按其成因大致可分为4类：沉积铁矿、沉积变质铁矿、与岩浆—热液有关的铁矿和风化淋滤型富铁矿。这些铁矿在空间上大都分布在古板块边缘。沉积变质铁矿、沉积铁矿和风化淋滤型富铁矿多形成在离散板块边缘，包括大洋脊和大陆裂谷；与岩浆—热液有关的铁矿多形成在汇聚板块边缘，包括地缝合线、岛弧和大陆边缘活动带。

世界上60%以上的铁矿、中国50%的铁矿形成于前寒武纪。前寒武纪沉积变质铁矿床是国内外最主要的铁矿类型。这些铁矿床大都分布在现今的大陆边缘，如非洲大陆西海岸、南美洲东海岸、印度东南部，以及澳大利亚西北部和南部等地区，都与各大陆边界平行或近乎平行。它们均属于冈瓦纳古陆上的古地质边缘的沉积盆地，也即冈瓦纳古陆分裂时的古离散板块边缘（图1）。前苏联的克里沃罗格、库尔斯克、西伯利亚，以及中国东北和朝鲜北部的铁矿则和劳亚古陆上的古裂谷有关。

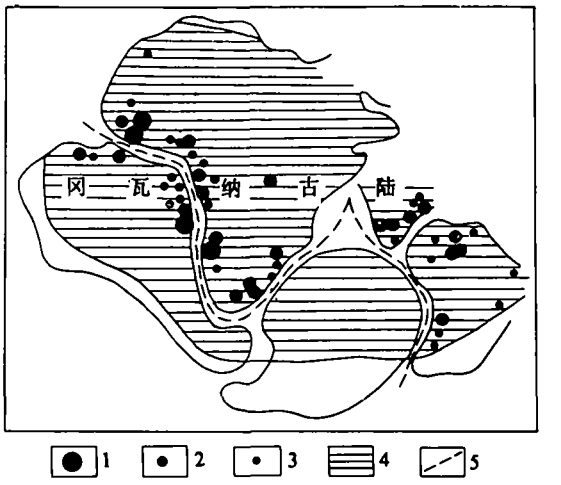

图1　前寒武纪层状铁矿床分布图

（据卢作祥等）

1—大于10亿吨的矿床；2—1～10亿吨的矿床；3—小于1亿吨的矿床；4—前寒武纪地层；5—海岭

前寒武纪沉积变质铁矿大致可分为阿尔果马型铁矿和苏必利尔湖型铁矿两类。前者与优地槽边缘火山岩以及硬砂岩、灰绿色板岩和黑色炭质板岩密切相关，时间上形成于前寒武纪早期；后者与大陆架或冒地槽边缘

本文1992年10月收到，侯庆有编辑。

的陆地沉积物有关，时间上形成于前寒武纪晚期。

我国东部前寒武纪沉积变质铁矿多属阿尔果马型铁矿，少部分属苏必利尔湖型。这些铁矿主要分布在华北古陆北缘和南缘的两条基性火山岩带中，北带从辽吉经辽西、冀东、冀北向西延至五台、吕梁一带，南带从太华山经鲁山、舞阳至皖中，均属中、晚太古代的古裂谷带。

汇聚板块边缘与钙碱系列深成岩浆岩有关，形成接触交代型铁矿和斯卡第斯型铁矿。我国东部的大冶式、邯邢式铁矿及宁芜矽岩铁矿均与岩浆岩有关，这些岩体均位于汇聚板块边缘。

现代板块表明，大洋中脊附近沉积大量铁锰结核。大陆活动性裂谷带形成含铁和其他金属的软泥和卤水，它们均属于新生代形成的铁矿。一些与海底火山活动和大陆裂谷带有关的铁矿，其形成机制也大都与此相同。

因此，从全球性或大的区域性成矿带分布来看，主要类型铁矿均产于古板块边缘或板块内活动构造带内。

地台、地槽边缘成矿

地台边缘、地槽边缘或地台与地槽交接带，均属区域上不同构造性质和不同地质发展史的地块交接带，是褶皱、断裂极为发育的地方，也是沉积作用、岩浆作用和各种外生、内生铁矿集中的地方。

地台区的铁矿受变质基底、沉积盖层和岩浆活动所制约。变质基底主要产出沉积变质铁矿，盖层则与沉积铁矿有关。地台阶段的岩浆岩可形成与岩浆—热液有关的铁矿床。

国外最主要的铁矿类型——苏必利尔湖型铁矿多形成于大陆架浅海环境中，常沿古地台和地槽盆地边缘分布。我国沉积变质铁矿则主要产于地台区长期隆起区边缘，以及隆起区次一级凹陷的边缘。如鞍本地区铁矿产于辽东隆起边缘、太子河坳陷边缘，江西新喻式铁矿产于赣中隆起边缘。

我国沉积铁矿多产在地台盖层。从成矿时间看，形成于两个造山期间，即地壳活动相对宁静的时期。这时沉积环境稳定，有利于各种风化作用、沉积作用进行。从空间分布看，多产于二级大地构造单元地轴或地盾的边缘部位。如北方长城纪宣龙式铁矿产在内蒙地轴、秦岭地轴、淮阳地盾边缘部位；南方泥盆纪宁乡式铁矿产在江南地轴南缘及康滇地轴东缘等。还有一些铁矿产于地台隆起区边缘部位，如五台隆起、山海关隆起的边缘，以及湘中、桂东若干中小型加里东隆起周围。

我国与岩浆—热液作用有关的铁矿，包括与中酸性岩浆岩有关的接触交代型铁矿和与基性—超基岩有关的钒钛磁铁矿，它们也多分布在地台、地槽边缘或其二级构造边缘。如邯邢式铁矿产于鲁西台背斜边缘和山西台背斜边缘；大冶式铁矿产于粤北—闽中地区华夏古陆边缘和赣中隆起南缘。内蒙白云鄂博铁矿与岩浆—热液活动有关，铁矿床主要分布在华北地台内蒙台背斜北缘，兴蒙地槽南缘。与辉长岩、辉石岩、橄榄岩和斜长岩有关的四川攀枝花和河北大庙钒钛磁铁矿分别产于康滇地轴中段西缘和内蒙地轴北缘，成矿时代以华力西早期为主。

我国与火山作用有关的铁矿也都分布在地台、地槽边缘，如宁芜矽岩铁矿分布在地槽与地台过渡带的火山岩盆地边缘，甘肃镜铁山式铁矿分布在地槽边缘，与海底火山喷发有关。

由此看来，我国各类型铁矿的普查找矿工作，应部署在地台、地槽边缘及其二级构造单元边缘。

古海盆边缘成矿

P. G. Brewer 等研究黑海中的微量元素

分布规律时，得出铁主要集中在接近大陆架的表面海水中，T. Joyner 研究太平洋西北部沿岸海水中粉铁的分布规律时也得出同样的结论：粉铁在河口入海处的海水表面最浓集，向海内逐渐降低[2]。海盆边缘成矿是由于海陆环境的差异造成的。海盆边缘处于海陆交接带，在物理化学性质方面既不同于大陆也不同于海洋，因而起着地球物理障和地球化学障的作用。它既可挡住由大陆搬运来的铁质向海盆分散，又可挡住海洋里的铁质向大陆扩散。因此与沉积作用有关的铁矿（包括沉积铁矿和沉积变质铁矿）大部分布在古海盆边缘。

我国宣龙式、宁乡式沉积铁矿多分布在海盆边缘或靠近古陆的浅海水体中（图2）。铁矿多为鲕状赤铁矿，系浅海近岸沉

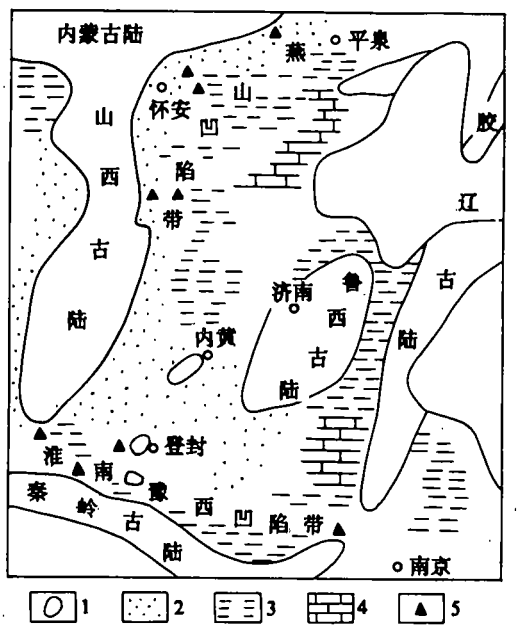

图2　宣龙式沉积铁矿分布图

1—古陆；2—碎屑沉积区；3—泥质沉积区；4—碳酸盐沉积区；5—铁矿

积，形成于海侵岩系的底部，在江南古陆西缘，四川、黔北东缘等近海盆地边缘均有铁矿生成。凡是海陆交错，海水较浅或海峡海流汇入大海的地方（如鄂西南、黔南、桂北），因流速迟缓，特别有利于铁矿沉淀。以桂东北为例，沉积铁矿展布大体可分为南北两个矿群，北矿群位于柳州—恭城一线以北，铁质来自江南古陆；富贺钟地区为南矿群，铁质来自鹰阳关、云开古陆。铁矿床多集中在海盆边缘，距海岸线为5～60km。

浅海部位的沉积铁矿床还受特定的环境和岩相控制，存在一定的相变规律，形成特有的沉积矿床分带。具工业价值的赤铁矿、褐铁矿相带和菱铁矿相带分别位于大陆与海洋的交接带、氧化带和还原带的交接带（图3）。

沉积变质铁矿的形成也受原始的海陆边缘控制，铁矿的形成常与古洋盆中环状火山喷发有关。如鞍山式铁矿的形成与巨型环状构造有关的古火山喷发沉积作用有关。铁质可以直接来源于火山，也有一部分铁质经海水运移，在距火山口较远的海盆边缘沉积而成。鞍本地区已知铁矿带和磁异常带均沿环状断裂带的两侧或附近呈断续状分布。

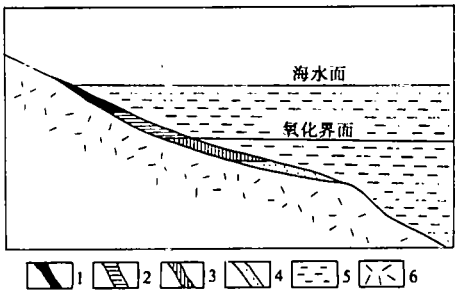

图3　沉积铁矿相带分布图

1—赤铁矿、褐铁矿相带；2—铁的硅酸盐相带；3—菱铁矿相带；4—黄铁矿相带；5—海洋；6—大陆

因此，寻找与沉积作用有关的铁矿必须详细研究成矿时期的古地理环境，将找矿的重点部署在古海盆边缘或古火山沉积盆地边缘。

岩体边缘成矿

岩体边缘是有利的成矿部位，各类岩浆—热液型铁矿都在不同程度上受岩体边缘和

接触带构造的控制。这里构造作用强烈，物理、化学条件剧变，差异明显，铁矿化与接触带形态、产状有密切联系，矿化多集中在岩浆运动的前缘或其旁侧。岩体边缘和接触带有利的成矿部位包括：岩体凸出部位或凹陷部位；岩体产状变化部位；岩体超覆于围岩之上；岩体与围岩界面，尤其是不整合面接触部位等。岩体与围岩的接触面愈曲折愈容易成矿，宽阔平直的接触面不利于成矿。接触带产状复杂多变，围岩岩性条件有利，往往是铁矿化富集部位。岩体在形成过程中，在其边缘、特别是顶部，常产生原生流动构造和原生裂隙构造，易形成脉状铁矿和细脉浸染状铁矿。

接触交代型铁矿（包括邯邢式和大冶式）是我国一种重要的富铁矿，矿床点多面广，约占全国富铁矿探明储量的38%。矿床主要产于中酸性侵入体与碳酸盐类岩石的接触带及附近的围岩中，矿体受接触带形态控制，属典型的岩体边缘成矿。

邯邢式铁矿矿体产于燕山中期闪长岩、二长岩与中奥陶世灰岩、白云质灰岩接触带。岩体常顺层分叉侵入，在垂直向上形成多层接触带，造成矿体在空间上下重叠（图4）。大冶式铁矿矿体产于燕山期闪长岩、花岗闪长岩与早、中三叠世白云岩接触带，或近岩体的围岩裂隙中，明显受岩体边缘构造和形态控制。

宁芜型铁矿是与火山喷发结束阶段的富钠辉长岩、闪长玢岩、辉石安山岩等在空间和时间上有密切联系的一种玢岩铁矿。其主要类型铁矿[3]均产于火山岩体边缘（图5），包括：岩体边缘浸染状和细脉状铁矿（陶村式）；岩体顶部脉状、网脉状、角砾状铁矿（凹山式）；岩体与安山岩、凝灰岩围岩接触带块状及脉状铁矿（梅山式）。其他类型铁矿，如岩体与灰岩、砂页岩接触带的接触交代型铁矿（凤凰山式），以及岩体附近火山岩裂隙中的热液充填脉状（龙虎山式），层状、似层状（龙旗山式）铁矿，也均位于火山岩体边缘内外接触带附近。

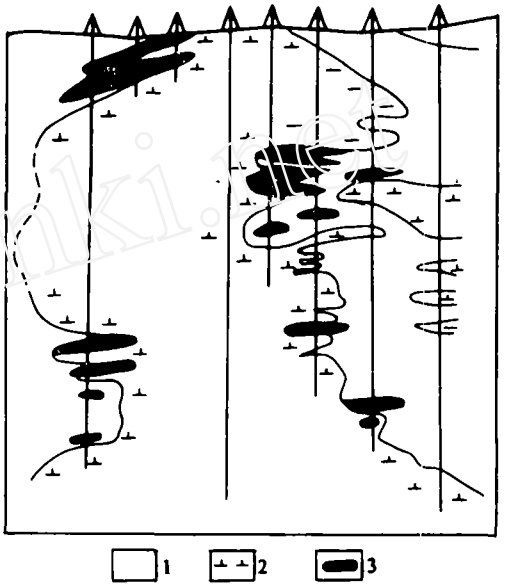

图4　邯邢西郝庄铁矿10线剖面图

1—灰岩、白云质灰岩；2—闪长岩、二长岩；3—铁矿体

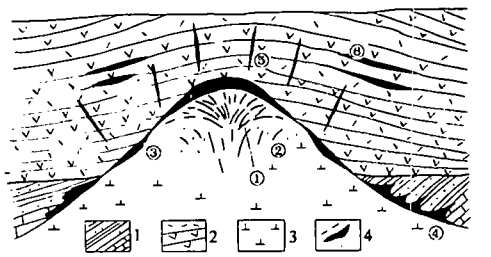

图5　玢岩铁矿产出部位图

1—灰岩、砂岩、页岩；2—火山岩；3—富铁辉长岩、闪长玢岩；4—铁矿。①凹山式；②陶村式；③梅山式；④凤凰山式；⑤龙虎山式；⑥龙旗山式

区域性岩浆岩带和大型岩体的边缘部位控制了铁矿田和铁矿床的空间展布，大型岩体的局部构造和小型岩体的边缘部位直接控制了铁矿体的分布。这些规律可分别应用于铁矿普查和勘探。

构造边缘成矿

国内外的富铁矿和前寒武纪的大型铁矿

都产在向斜或复向斜的核部。如前苏联克里沃罗格和库尔斯克、巴西米纳斯吉拉斯、澳大利亚哈默斯利、加拿大库奈和委内瑞拉的圣伊西德罗等铁矿区的许多富铁矿体，主要产在复向斜接近轴部的倒转或倾伏的次级向斜封闭部位的构造弱化带中。我国鞍本地区弓长岭、歪头山、庙儿沟、独木岭、哑吧岭等大型铁矿床，以及国内其他著名的前寒武纪铁矿床如冀东水厂、北京密云、晋北山阳坪、云南大六龙等均赋存于向斜构造中。一些时代较新的沉积变质铁矿，如海南岛的石碌富铁矿和甘肃镜铁山铁矿，也都产在向斜中，特别是向斜的轴部和核部。

从边缘成矿理论看，地层经褶皱后原来的地质体形成了两个或两个以上的弯曲、连续的新块体，其轴部即为新块体的边缘，因此褐皱轴部亦属于构造边缘部位。

在侧压力作用下，向斜槽部的底侧易发育张性裂隙，有利于铁矿的集中；向斜槽部的顶侧因受挤压处于封闭状态，能有效地将铁矿保护起来。加之向斜中地下水的活动，故对铁矿的形成特别有利。

断裂构造两侧亦属构造边缘。区域性深大断裂往往是岩浆和矿液活动的通道，既控岩又控矿，与岩浆—热液有关的铁矿田和矿带常沿着区域性深大断裂带两侧分布。我国邯邢式铁矿受北东向及近东西向断裂构造控制。在两组断裂交汇处矿田呈结状分布。如山西隆起的边缘成矿带为两条近东西向弧形基底断裂破碎带（左权—黄泽关—武安—马头镇断裂；长治—平顺—安阳—沟阴断裂）与北北东向的太行山隆起伴生断裂破碎带（新城—林县—新乡）交汇部位，控制了冀南豫北铁矿田。淮北苏北铁矿田也位于近东西向基底断裂与北北东向盖层断裂构造交汇处。

邯邢式、大冶式接触交代型铁矿和宁芜型玢岩铁矿的研究表明，就矿床而言，富矿体常赋存在各种构造的边缘部位或多种构造岩边缘交汇部位。构造产状的变化即边缘部位的变化，往往引起局部应力状态的变化，从而造成矿化的局部富集。当断裂构造穿过孔隙度大、渗透率高、化学性质活泼的有利岩层和不同岩层组合时，或有利岩层之上再有不透水岩层作为上覆隔挡层时，往往易形成工业矿体。而构造的多期活动可以导致矿化的多次叠加，从而形成富铁矿段。

地层—岩石界面成矿

地层—岩石界面包括不同时代、不同地质时期的地层界面和不同岩系、不同岩性的岩石界面，以及沉积间断面和地层不整合面等。它们在空间上代表一组或一套岩石的顶部、底部即边缘部位，在时间上则表示它们形成于地质时期或成矿作用时期的早期、晚期即边缘期。

我国沉积铁矿具有多层位、多层数的特点，主要形成于地壳运动每个旋回的初期；每个旋回中又主要形成于海侵初期或海侵加大期。在每个小旋回中又主要形成于小海侵最大期。从沉积相上看，以产于浅海相或滨海相海侵层位中的矿床规模较大，质量较好，滨海、浅海相沉积常具一至数个海侵沉积旋回；每个旋回一般都是由粗粒砂岩—页岩—灰岩组成，铁矿多产于砂岩和页岩之间。如宣龙式和宁乡式铁矿均产于海侵层序下部，铁矿层位于砂岩之上、页岩之下的界面附近，有3～4层。

我国与火山活动有关的铁矿分布广泛，成矿时代以中生代和元古代为主，既有陆相火山岩型又有富钠质海底火山喷发岩型。前者如宁芜玢岩铁矿，后者如云南大红山铁矿。与铁矿有关的岩石主要是中基性火山岩，铁矿形成时间多在火山活动的末期、间歇期或火山活动性质发生改变的时期。铁矿常产在不同岩性、岩相的火山岩接触部位，如火山熔岩或火山碎屑岩的接触部位，或火山岩与沉积岩的接触部位。

鞍山式铁矿也与火山活动有关。从火山喷发中心向两侧，由于古环境的变化而形成水平分带现象：含磁铁矿扁豆体的火山岩相→磁铁矿、硅酸铁相→赤铁矿相。火山活动具有明显旋回特征，在时间上铁矿形成具有多期成矿特征，巨厚的铁矿层多出现在火山活动的晚期。

一些沉积铁矿床多与不整合面有关。如我国北方山西、山东、河北、河南、辽宁、陕西、内蒙等地广泛分布的山西式铁矿就是产于中、上石炭系底部奥陶系石灰岩侵蚀面上的一种沉积铁矿。四川綦江式铁矿也产于早侏罗世底部自流井系的侵蚀面上。这两类沉积型铁矿由于基底岩石含铁不多，风化、剥蚀和再沉积作用都较弱，不宜形成大矿。

全世界绝大部分富铁矿是以前寒武纪的大规模的贫铁矿经风化淋滤而成的。这种富铁矿占前寒武纪富铁矿的99%和整个富铁矿的70%。它们是怎样形成的呢？寒武纪后火山喷发减弱，大气中 CO_2 相对减少，氧相对增加，前寒武纪形成的铁硅质岩石中的硅和其他元素被含氧的水大量淋滤，铁以 Fe^{3+} 形成残留下来。特别是在赤道附近，气候炎热，雨季和旱季交替，促进岩石红土化作用加强，形成大规模风化壳型富铁矿。以边缘成矿理论解释，铁矿在地层层序上位于两套沉积岩系之间的不整合面上，成矿时间上处于前寒武纪之后和中、新生代沉积作用之前的长期风化淋滤阶段。成因上必须具备以下差异因素：(1) 火山喷发由强变弱；(2) 大气圈由还原环境变为氧化环境；(3) 气候炎热，雨季和旱季相互交替。

结　语

综上所述，我国主要类型铁矿从区域性矿带到矿田、矿床、矿体和富矿段的空间分布，均受板块边缘、地台地槽边缘、古海盆边缘、岩体边缘、构造边缘和地层—岩石界面等不同级别、不同类型的边缘部位控制，时间上多形成于不同地质时期或成矿作用时期的早期或晚期即边缘期，其原因是由于这些边缘时空存在着各种差异因素。因此，沿着这些边缘部位和边缘期找矿，就能取得好的效果。

参考文献

[1] 孙启祯，地质与勘探，1986，第1期。

[2] 中国科学院地球化学研究所，《铁的地球化学》，科学出版社，1981。

[3] 袁见齐等，《矿床学》，地质出版社，1979。

Marginal Minerogenesis of China's Iron Ores

Sun Qizhen

Almost all main types of China's iron ores, whether occurred in the form of regional metallogenic belt or ore field, ore deposit or orebody (ore shoot), are spatially distributed along the marginal parts of geological structures of different sizes and patterns and are controlled by these structures, among which they are tectonic plate, platform, geosyncline, palaeo-ocean basin, intrusive mass, and stratum(rock) boundary. The ores were formed in different geological epoches or at the early or later period (i.e. marginal period) of the metallogenetic epoch. This is due to the different factors of time-space relations existed along these margins. For this reason to search along the marginal part for the iron ores formed in the marginal period will achieve greater, faster, etter and more economical results.