



铁矿床的工业类型

就铁的开采和冶炼规模及其在各工业部门中应用的广泛程度而言，它都远远超过了其他金属。1971年世界钢的产量超过6亿吨（其中美国1.4亿吨，苏联1.2亿吨，日本1亿吨，西德7000万吨，英国4000万吨，法国2500千万吨），而铝只有700万吨，铜500万吨，锌400万吨。

地壳中铁的克拉克值为4.2%，主要金属矿物是磁铁矿 $\text{Fe}^{2+}\text{Fe}_3^{3+}\text{O}_4$ （Fe72.4%）、赤铁矿 Fe_2O_3 （Fe70%）、铁的氢氧化物 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ （Fe48~63%）、菱铁矿 FeCO_3 （Fe48.3%）、铁绿泥石（Fe27~38%）和钛铁矿（Fe36.8%，Ti31.6%）。

在储量大、矿石易选、可露天开采的条件下，工业矿石中铁的最低品位应不低于15%；一般开采的都是较富的矿石，矿石中铁的品位由25~30%到50%以上。锰、钒、镍、钴和稀土都是有益杂质，在一定条件下，铬和钛也是有益组份；硫、磷和砷则是有害杂质。

在各种地质条件下（内生、外生和变质作用）及漫长的地壳发展史中，都可能形成铁矿的工业富集。但各个过程铁堆积的强度却绝然不同，其中以外生作用（主要是沉积作用）、特别是内生作用不明显的变质作用意义最大。

目前铁矿石的开采量，内生矿床约占10%，外生矿床占30%，变质矿床占60%。铁矿储量也主要是集中在外生矿床尤其是变质矿床中。

铁矿在地壳的主要构造类型及成矿期中的分布是极不均衡的。前寒武纪特别是元古代铁高度富集，因此铁矿储量多集中在地盾、地台范围内；古生代（加里东和海西期）褶皱构造相对贫铁，但基米里-阿尔卑斯期则相对富铁，出现第二次铁的成矿高峰（见图）。

下面按成因类型和属于一定成矿省和成矿期的含矿建造介绍铁矿床的工业类型。

自岩浆矿床 后成岩浆（晚期岩浆）铁矿床与正长岩、辉长-辉岩和斜长岩有密切关系。铁与钛和钒以及氟、氯、磷等挥发组份呈残余岩浆共同堆积的结果，就可以形成此类矿床。

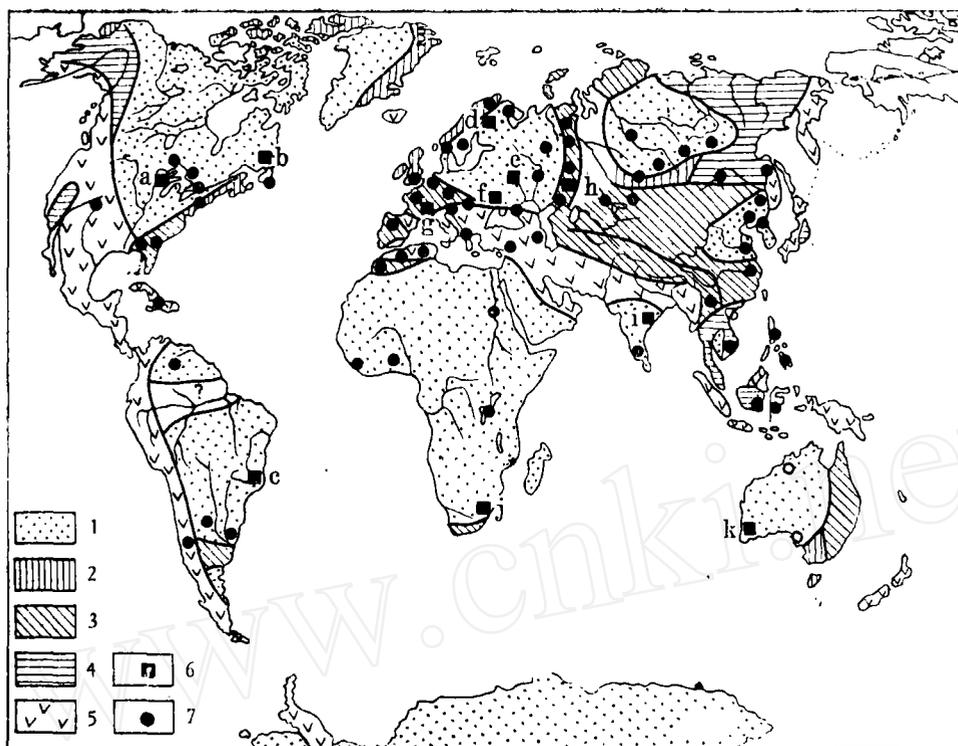
根据自岩浆矿床与不同的侵入杂岩的成因联系和矿石成分，它可以划分为：1)与正长岩和正长-闪长岩有关的磷灰石-磁铁矿矿床；2)与辉长-辉岩、斜长岩和基性、超基性岩有关的钛磁铁矿矿床。

长期以来，瑞典储量巨大的（约50亿吨）拉普兰吉-基鲁纳瓦拉、柳奥萨瓦拉、格里瓦拉等矿床，被认为是后成岩浆磷灰石-磁铁矿矿床的典型代表。

主要金属矿物为磁铁矿（80~90%以上）和磷灰石（2~4到10%）以及少量的赤铁矿、云母、萤石、电气石等。

矿体呈岩脉状和似透镜状，产于正长斑岩或片麻状长英变粒岩中，这被看成是正长岩和正长-闪长侵入岩在分异过程中集中于深处的残余含矿岩浆侵入的结果。规模较小的同类矿床，在瑞典中部和挪威及其他一些国家也有所见。

乌拉尔的列巴任矿床和阿尔明尼亚的阿哈夫纳德佐尔矿床，矿石成分与瑞典类似的磷灰石-磁铁矿矿床并不是自岩浆成因的，而是属于接触交代（夕卡岩）矿床。近年来在阿尔明尼亚领域内，探明了高温热液成因的磷灰石-磁铁矿矿石的巨大储量，这种矿床产在早第三纪



世界的主要铁矿床分布略图

- 1—地盾及其地台；2—加里东褶皱带；3—海西褶皱带；4—基米里褶皱带；5—阿尔卑斯褶皱带；
6—特大型的铁矿区；7—大型铁矿床
a—上湖；b—拉布拉多；c—依塔比拉；d—基鲁纳；e—库尔斯克；f—克里沃罗格；g—洛林；h—库斯塔
乃；i—奥里萨—比哈尔；j—特兰斯瓦；k—彼尔特

的交代蚀变的玢岩中（阿波夫扬矿床）。可见，磷灰石-磁铁矿矿床不仅能形成于自岩浆阶段，而且也能形成于夕卡岩和热液阶段。

关于瑞典北部和中部一些矿床的自岩浆成因，目前还有争议。有人把这类矿床归于沉积变质矿床，认为富含铁、磷和其他元素的沉积物，在造山相和正长岩侵入的影响下经受了内生变化，结果就产生了新条件下稳定的磁铁矿-磷灰石-硅酸盐矿物相。也有人把矿床与喷气-沉积作用相联系，认为瑞典的此类矿床与元古代火山作用有关。

瑞典最大的磷灰石-磁铁矿矿床赋存于波罗的地盾的前寒武系中；规模较小的早海西期夕卡岩矿床见于北乌拉尔的褶皱构造中；比较大的热液交代矿床已在阿尔明尼亚的阿尔卑斯褶皱带中发现，其中最大的阿波夫扬矿床的绝对年龄为700万年。

钛磁铁矿建造矿床的分布比磷灰石-磁铁矿矿床要广泛得多，在不同时代的褶皱带（加里东、海西、基米里和阿尔卑斯）和地盾、地台区均有发现。该类矿床与辉长-辉岩、斜长岩、侵入辉绿岩、苏长岩和其他基性岩有密切关系。矿体为母侵入岩中的含浸染状矿化、脉状及透镜状矿体的大型岩体。组成矿石的主要矿物是磁铁矿或钛磁铁矿（含钛铁矿片晶的或含钛的类质同象杂质的磁铁矿）、钛铁矿及少量金红石和含钒的磁铁矿 $\text{Fe}(\text{Fe}, \text{V})_2\text{O}_4$ 、斑铜矿、黄铜矿、铂和钨矿物。最典型的矿石结构是海绵陨铁结构，早期析出的硅酸盐矿物（辉石、橄榄石等）常被金属矿物胶结。

此类矿床广泛发育于乌拉尔东坡和西伯利亚地台外围的褶皱构造中。大型的钛磁铁矿分

布在瑞典南部、美国、加拿大、坦桑尼亚、埃及和印度等国。

矿床规模不等,从比较小的到特大型的(矿石储量10~50亿吨)都有。如果矿石含钒(用钒炼含钢)并可能从中顺便回收钛(有时还可回收铂和钨),则可提高该类矿石的价值。И.И.马雷舍夫指出,钛磁铁矿矿床主要产于前寒武纪(少数为下古生代)的辉长岩和斜长岩岩体中;时代较新的矿床比较少。

特大型的钛磁铁矿分布在地盾区;乌拉尔型褶皱带发育的早期或地台条件和活化期所形成的矿床规模略小。

夕卡岩(接触交代)矿床 与弱酸性花岗岩类侵入体(花岗闪长岩、石英闪长岩、二长岩)密切有关,分布于侵入体与碳酸盐岩石或火山沉积岩(玢岩、凝灰岩、凝灰砂岩等)的接触带附近,有时产于夕卡岩化的侵入岩内。

矿化为磁铁矿(少数为赤铁矿)的矿染、矿巢和层状矿体,产在由石榴石、辉石、方柱石和绿帘石及少量硼镁铁矿等组成的夕卡岩带中。

有时矿石含黄铁矿、黄铜矿、钴和镍的砷化物、毒砂、闪锌矿。硫化物的堆积,通常意味着成矿过程中由于硫作用的增高而使氧的作用减小,所以早期堆积的赤铁矿常伴随着假象磁铁矿化,形成沿赤铁矿发育的磁铁矿假象。

夕卡岩矿石含铁20~25至60~70%(一般35~45%),含硫1~2%(主要含于硫化物中),有时含少量与硫化物及毒砂有关的钴、镍、砷、铜等杂质。磷含量常较低(不高于0.1~0.2%)。

最有价值的是矿床上部中段(氧化带),那里的矿石是假象赤铁矿,硫化物氧化后,硫被地下水带走。

夕卡岩铁矿在苏联的加里东和早海西期以及基米里、阿尔卑斯褶皱构造带分布很广。矿床一般规模较小或中等,但也有有的规模很大,如乌拉尔的马格尼托哥尔斯克、布拉格达特,哈萨克斯坦西北部的库斯塔乃,阿塞拜疆的达什凯桑。罗马尼亚的巴纳特、摩洛哥的里弗、美国的艾隆-斯普林等都是较大的矿床。

夕卡岩铁矿床在世界总开采量中所占的比重很小。

热液矿床 包括两个建造,一是与西伯利亚地台暗色岩岩浆作用有关的镁铁矿建造;二是分布比较广的菱铁矿建造(如苏联的巴卡尔、西班牙的毕里巴奥、阿尔及利亚的温查、奥地利的埃兹伯格、南斯拉夫的雅沃利克、西德的吉格罗兰、匈牙利的鲁德巴尼亚等),其成因是有争议的。

镁铁矿建造(如苏联的鲁德诺哥尔、科尔舒诺夫、克拉斯诺雅尔、塔吉扬宁等)为交代型的镁铁矿矿株,少数为夕卡岩矿体和脉状矿体,常与赤铁矿、碳酸盐、绿泥石、氯磷灰石及少量硫化物伴生。矿石与西伯利亚地台暗色岩岩浆活动晚期的辉长辉绿岩有关,其时代相当于早白垩世到中三迭世。矿体主要产在暗色岩建造的岩石中,少数见于下志留统的碳酸盐岩石中和二迭-石炭系通古斯组砂岩及页岩中。

构造控矿明显,辉长辉绿岩侵入体、含凝灰物质的火山筒和矿体沿东西向和北西向的断裂带分布。

块状矿石含铁高达48~60%,浸染状矿石含铁27~36%;含硫不超过0.1~0.2%,磷不高于0.1%。C.C.斯米尔诺夫把此类矿床归于生成深度较小的高温热液矿床,成因上与暗色岩浆活动有关。

菱铁矿建造的矿床通常为不同时代的碳酸盐岩石中的交代矿体,只有西德的吉格罗兰矿床为中、下泥盆统砂岩、页岩、辉绿岩及角斑岩中的矿脉。

矿石主要为含锰的菱铁矿, 并有赤铁矿、重晶石和硫化物(黄铁矿、黄铜矿、方铅矿等)。在氧化带中, 原生菱铁矿矿石氧化成褐铁矿。菱铁矿矿石含铁27~40% (平均32%), S可达1.7%, P 0.05~0.1%, Mn 1~3%; 褐铁矿氧化矿含Fe 30~60% (平均45%), P、S、万分之几, Mn可达3%。由于这种矿石含硫低, 其价值比原生菱铁矿要高。关于碳酸盐岩石中的菱铁矿矿石的成因, 目前存在着许多不同的观点: 多数人认为是中温热液矿床或是与产出很深的侵入体有关的远成热液矿床。也有人认为是沉积成因的。

热液铁矿床在世界铁矿开采量中所占的比重不大。

喷气(火山)-沉积矿床 此类矿床与火山活动, 以及伴随铁矿(主要是赤铁矿)的堆积铁被喷气带出有关。矿石产于水系底部, 常常是在海底的喷出岩中。

西德泥盆系角斑岩向斜中的兰和吉尔赤铁矿矿床, 长期以来被认为是喷气-沉积矿床的典型代表。目前已发现了许多这类矿床。

有人把中哈萨克斯坦阿塔苏盆地较大的铁矿床归于喷气-沉积类型。这里的矿床是赋存在酸性与基性火山岩互层的发门纳上阶碳酸盐-硅质岩层中的层状矿体。

与火山作用同时还生成了赤铁矿-磁铁矿矿石, 并含有褐锰矿、软锰矿、重晶石等杂质, 局部还有铅、锌、铜的硫化物(克塔依、卡拉塔扎尔等矿床)。

阿尔泰东南部的中、上泥盆统角斑岩中, 也发现了喷发-沉积矿床。同类矿床在外高加索的上白垩统及始新统火山沉积岩层中也有所见, 但规模不大。有人认为阿尔古纳河沿岸规模较大的菱铁矿矿床, 与早白垩世的火山活动有关。

此类矿床都无例外地形成于地槽发育的早期阶段。

砂矿床 此类矿床与各种成因的原生矿床或含有铁矿物(主要是磁铁矿和钛磁铁矿)矿染的岩石的破坏有关。

砂铁矿床分为现代砂矿和古砂矿两类。塞内加尔、日本、意大利和黑海沿岸的含磁铁矿的砂矿, 属于海滨砂矿, 价值不大。中亚和阿尔明尼亚(阿加尔岑矿床)的一些小矿, 属于始新世和更古老的磁铁矿砂岩型古砂矿。矿石由被胶结的浑圆状磁铁矿和钛磁铁矿颗粒组成, 并含少量钛铁矿及其他矿物。阿加尔岑矿床平均含Fe 35%, TiO_2 2~3%, V_2O_5 0.1~0.5%, 是一种优质矿石。但矿床规模一般较小。

铁帽 菱铁矿矿床和硫化矿(主要是黄铁矿-黄铜矿矿床)氧化后可形成铁帽矿床, 有时有工业价值。有些菱铁矿矿床的褐铁矿帽(如巴卡尔、阿巴依尔)和黄铁矿矿床的褐铁矿帽(乌拉尔、南斯拉夫的波尔矿床)已在开采利用。由硫化矿氧化形成的褐铁矿帽, 有时因含金而提高其价值。铁帽型的褐铁矿矿石质量往往比原生菱铁矿要高, 因为原生矿的硫化物被氧化, 有害杂质硫以硫酸盐或硫酸的形式被地下水带走。

含铁红土 产生于富铁的超基性岩的红土风化条件下, 常呈钟状堆积, 向深处逐步过渡为母岩。

含铁红土既可产在地盾区(巴西、几内亚), 也可以产于不同时代的褶皱带(乌拉尔、古巴、菲律宾、印度尼西亚等), 只要地表有纯橄岩、橄榄岩和蛇纹岩岩体发育, 在气候炎热和地形平坦的条件下, 均能引起红土风化。

在地壳发展史中可以划分出前寒武纪、白垩纪前和早第三纪等几个强烈红土化的时期。含铁红土矿由疏松的铁氢氧化物(褐铁矿)组成, 并含有少量铬铁矿、锰的氢氧化物、镍的硅酸盐及粘土矿物和含钴的硬锰矿(钴土矿)。矿石中的杂质铬、锰、镍、钴可提高其价值, 常是天然合金矿石, 可直接炼出高速钢。

在中乌拉尔(叶里扎维特)、南乌拉尔(奥尔斯科-哈利洛夫、肯皮尔赛矿床)以及菲律宾、古巴(莫阿-别依和迈阿利)、几内亚(科那克里)、巴西(利夫腊门托)、印度尼西亚等

地,均发现有红土矿床。

含铁红土矿床矿石储量虽可达几十亿吨,但价值并不太大。

淋滤矿床 球菱铁矿或褐铁矿矿石与地下水的循环有关;这种地下水把铁从某些地段淋滤出来,并在对其有利的中段(通常是碳酸盐岩石)重新堆积。

此类铁矿较少。一般都是质量较差的小矿。北乌拉尔的阿拉帕耶夫矿床和英国的艾格利蒙特矿床都是规模比较大的。这种矿床的经济价值很小。

沉积矿床 此类矿床分布很广,经济价值也很大。

根据地质时代,这类矿床可划分为:元古代的矿床、早志留世的矿床、晚志留世的矿床、白垩纪的矿床和晚第三纪矿床。

矿床多形成于海盆地、少数在湖盆地。矿床的生成是由于铁的胶体化合物被地表水搬运并在海盆地沿岸带沉淀(凝结),同时伴随着起电解质作用的各种盐类在水中的溶解,或者是在腐植酸的作用下或由于细菌和海藻的活动而沉淀于湖和沼泽的底部。

由于氧的条件、pH值及 CO_2 环境等的不同,盆地的底部可沉淀出氧化物(褐铁矿、针铁矿、赤铁矿)、硅酸盐(鲕绿泥石、鳞绿泥石)或碳酸盐(菱铁矿)矿石。一般在地槽的向斜拗陷部位沉淀的是低价氧化矿石,边缘是高价氧化矿石。鲕状结构对于沉积矿床非常特征,鲕粒的横截面从十分之几毫米至1~2厘米。

铁矿石中除主要矿物褐铁矿和铁的其他氧化物、氢氧化物、铁绿泥石和菱铁矿外,还有锰的氢氧化物和氧化物(硬锰矿、软锰矿等)、磷酸盐(刻赤钙磷铁矿、蓝铁矿等)、重晶石和少量硫化物(黄铁矿、磁黄铁矿、胶黄铁矿、雄黄、雌黄等)。

矿石含 $\text{Fe}20\sim50\%$ (平均 $33\sim35\%$), Mn 百分之几, P_2O_5 0.5~1.5%, S 一般不超过0.1~1.2%, V_2O_5 0.1%, $\text{As}0.05\%$ 。有益杂质为锰和钒,有害杂质为磷、硫和砷。

沉积矿床中最大的要算是洛林矿床(矿石储量150亿吨)、天山中部的哲特姆盆地(矿石储量150亿吨)和赤刻盆地(矿石储量50亿吨)。

沉积矿床仅次于变质铁矿床,占世界总开采量的约30%。

变质矿床 是一种沉积变质矿床,形成于前寒武纪时期的太古代(主要是元古代)的巨大盆地内。矿床赋存于地盾基底;有时也产于褶皱区,但一定是在剥蚀到前寒武纪基底的地段。

这一类中最大的铁矿集中在俄罗斯地台的乌克兰地盾(克里沃罗格、摩尔斯克)、印度地盾(奥里萨、比哈尔等)、巴西地盾(依塔比拉)、西澳大利亚地盾(艾伦—莫纳赫)、加拿大地盾(上湖)。大型矿床几乎在所有的地盾均有发现。

矿床为厚度很大的条带状石英岩(碧玉铁质岩)和角页岩层,厚度几毫米到1~2厘米或更大的磁铁矿-赤铁矿薄层与硅质层互层产出,平均含铁25~40%。柱状和株状(有时为似层状)的块状富铁矿(含铁50~70%)产于这种贫矿之中,矿石含硫、磷等杂质很低。

目前强化开采的块状矿石,其个别矿床的储量可达几十亿吨(苏联克里沃罗格、摩尔斯克、美国上湖地区、印度辛格胡姆、巴西依塔比拉、澳大利亚艾伦—诺波和艾伦—莫纳赫)。有些国家也利用储量十分巨大的含铁石英岩。

含铁石英岩和角页岩是由于层状的硅质含铁胶状沉积物的动力变质作用形成的,而其中的块状富矿则是在这种岩石被热液、变质水或雨水的改造过程中堆积的,它们把硅质层的石英淋蚀掉,而磁铁矿和假象赤铁矿或铁的氢氧化物、菱铁矿残留于原地。

变质铁矿占世界铁矿开采量的60%,而储量则占90%以上。

音译自:《Металлогения》,Москва,“Недра”,1974,стр.214~223

作者:И.Г.马加克扬