

日本黑矿矿床形成机理及其对找矿的意义

一 研究黑矿矿床的必要性

日本有一种以重金属硫化物和钙钡硫酸盐为主的矿床,称之为黑矿矿床。对它的研究和开采已有七十多年的历史,迄今为止写出了上千篇有关黑矿矿床方面的文章。在历史上,围绕着黑矿矿床的成因问题,进行了反复的争论,主要是同生论和后生论的对立。

近十年来,世界范围内成矿理论的发展,特别是火山岩成矿理论的发展和现代热卤水成矿现象的发现,进一步推动了黑矿矿床成因的研究工作。对黑矿矿床的已往资料(甚至包括“不同类型”矿床的资料)和新发现的地质现象,进行全面的综合研究后,提出了黑矿矿床的新成因观点,认为黑矿矿

床是海底火山喷气、涌泉、热液沉积—浸染交代型矿床。由于在黑矿矿床的成因论上有了新的突破,制定了新的找矿准则,并按照这些准则发现了一系列新的矿床(例如北鹿地区)。

根据文献介绍,日本能从本国解决全部铜需要量的六分之一和锌需要量的50%,还生产不少的金、银和黄铁矿(表1)。这些资源的大部分是从黑矿矿床获得的,说明了研究黑矿矿床的经济意义。

日本黑矿矿床主要是新第三纪中新世的产物(当然也有其它时代的),时代新,地质构造变动轻微,成矿当时的机理状况保存的比较明显而完整。加之有现代热卤水成矿现象的旁证,所以日本黑矿矿床的成矿机理比较易于被人理解。世界上有一部分火山岩型的铜、铁矿床以及其它矿床,也可能是按

日本几种金属产量统计

表1

金 属	单 位	1950	1960	1965	1970	1971	1972	1973	1974
铜	万 吨	3.9	8.9	10.71	11.95	12.10	11.21	9.13	8.21
铅	万 吨	1.1	4.0	5.49	6.44	7.06	6.85	5.29	4.42
锌	万 吨	5.2	15.7	22.10	27.97	29.44	28.11	26.40	24.08
金	吨	4.2	8.1	16.1	7.9	7.9	7.6	5.9	5.0
银	吨	123	215	279.6	343.0	351.0	312	266.0	226.8
黄铁矿	亿 吨	1.9	3.7	4.3	2.8	2.3	1.6	1.3	1

(据《地球上的矿产资源》,1977)

着类似于黑矿矿床的方式形成的,只不过是时代比较老,后期构造作用和变质作用复杂,一时难以正确地认识原来的面貌而已。从这种意义上来看,如果说现代热卤水成矿现象是研究日本黑矿床的一把“钥匙”,

黑矿矿床则可作为研究比它老的类似矿床的类比物。这表明研究黑矿矿床不仅具有经济意义,而且还具有成矿理论及指导找矿方面的意义。

正因如此,目前在国际上,对黑矿矿床

极为重视,例如,不久前召开过有关黑矿矿床的国际学术会议,有的甚至把黑矿理论写在教科书里,环太平洋各国都在寻找黑矿型矿床,而且有的已见成效。我认为若能把日本黑矿理论中的比较本质性的部分应用到我国的具体情况的话,在铜、铅、锌和铁以及金、银及重晶石、石膏、硬石膏等矿产方面,也许会有新的突破。

日本黑矿矿床的基本地质特征在有关文献中已有报道,所以在此仅就黑矿矿床的形成机理作简要介绍,然后对这种成矿机理在找矿中应用的可能性,谈谈自己的几点初浅认识。

二 黑矿矿床的形成机理

在研究黑矿矿床的初期,围绕着小坂矿山元山矿床中的缟状黑矿问题,发生了黑矿矿床的同生沉积说和后生交代—浸染说的对立。到了中期,出现过各种各样的同生论,

但其中不少的意见大体是一致的,所以在相当长的时期内,认为黑矿矿床的成因问题基本得到解决,即过去一向认为黑矿矿床是通过后生交代作用形成的。

后期,同生说重新抬头,其原因在于:逐渐积累了大量同生特征,用同生说解释比较有利,掌握了控矿层位以后可作为找矿准则,有利于指导找矿与勘探。逐步注意到,从沉积角度来看显然是属于沉积构造的粒序构造以及其他沉积岩结构构造很发育。另外,不同类型矿石的垂直分带规律也弄清楚了,成矿作用与火成活动、沉积环境之间的关系也得到充分研究,从而提出了新的成因观点。目前基本上趋向于海底火山喷气、涌泉、热液沉积—交代浸染型的复合矿床。根据这种成因论,在整个黑矿矿床中,在下部看到富于后生特征的浸染—交代型或者细脉状矿体,在上部则看到沉积型硫化物、硫酸盐矿床。

下面按着上述成因观点,概括地介绍黑矿矿床的成矿机理(图1~3)。

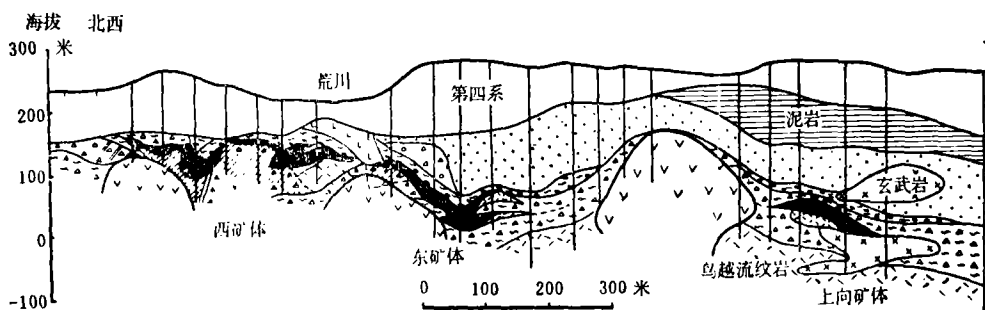


图1 小坂矿山一带的地质剖面图

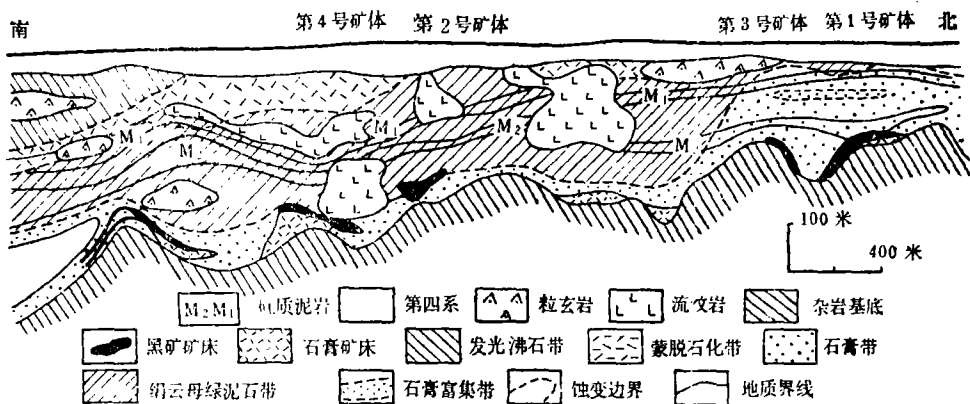


图2 释迦内矿山一带地质剖面图
(据松隈寿纪, 1970)

1. 断陷盆地的形成 在新第三纪初期, 经过区域性的构造运动, 形成了一系列的断陷盆地, 然后发生了广泛的海浸。

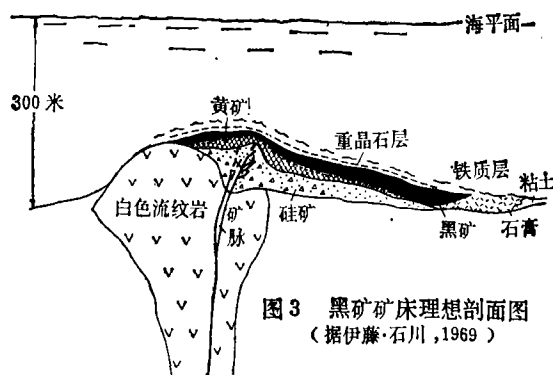


图3 黑矿矿床理想剖面图
(据伊藤·石川, 1969)

2. 酸性岩浆活动 在构造盆地内300~500米深度的海底, 沿盆地边缘的断裂带或破碎带, 发生了酸性岩浆的喷发活动, 喷出物以熔岩、火山角砾岩、凝灰岩、浮石等为主。在这些火山岩层中夹有黑色泥岩等正常沉积岩夹层。

3. 流纹岩穹的形成 在一个火山活动旋回的末期, 在盆地内火山熔岩及凝灰岩中形成圆丘状或者穹隆状的流纹岩贯入体。流纹岩穹的直径多半达200~600米。伴随着流纹岩穹的贯入, 形成原生破碎角砾岩, 同时发生水蒸气的爆破作用。一系列岩穹的排列可能受区域性基底构造的控制。

4. 矿液的上升 紧接着水蒸气的爆破, 250~300℃左右的矿液通过岩穹内部的破碎带及细小裂隙涌出到海底。

5. 矿化作用和蚀变作用 成矿物质从上升的矿液系统向含矿岩层——流纹岩进行浸透, 并因此而引起蚀变作用。流纹岩受到硅化、绢云母化作用而呈白色, 这就是“白色流纹岩”。

在流纹岩穹的细小裂隙里沉淀出大量的黄铁矿和黄铜矿, 形成“硅矿”带。这部分可称为浸染交代型矿床或网状矿床。有时候(如北上矿床的主坑矿体), 筒状的火山通道全被矿化而形成筒状的块状硫化矿体。这也是一种浸染交代型矿床。

接着矿液通过较大的裂隙继续上升, 若

在那些裂隙里沉淀出矿物时, 则形成典型的脉状矿体。这样的矿脉一般都是黄铜矿—黄铁矿—石英—绿泥石脉。初期的成矿温度较高(200~300℃), 压力可能和浅成热液矿脉形成时无甚差别。

6. 石膏矿的形成 当成矿作用达到海底时, 海水被加热, 海水的成分和理化条件亦起变化, 溶解在海水中的物质广泛生成石膏、硬石膏。在黑矿矿床的主要硫化物矿体(层状黑矿)的下部有大量的石膏矿存在, 就暗示这种成因。不能完全排除热液成因的可能性, 但同位素资料还是支持前一种成因。

7. 海底矿液涌出口附近的状况 矿液的涌出口位于经海底爆破作用形成的低洼处或次火山岩穹的侧部, 上覆有标准的层状黑矿。层状矿体中, 各种矿石类型的分布具有垂直分带性, 底部有石膏矿, 其上为层状“黄矿”或黑矿, 再往上为铁—锰石带和含重晶石及泥质成分的地层覆盖。例如, 释迦内第一矿床, 即使是很细的矿脉, 在黑矿下部10~15米范围内, 自下而上出现: 黄铁矿→黄铜矿→闪锌矿→方铅矿这样的矿物分带性。当矿液充填角砾岩的裂隙时形成为角砾状矿石。

8. 黑矿层状构造的形成 从地下上来的矿液, 通过角砾岩或熔岩的裂隙而到达海底, 引起各种各样的反应。如果是浓度高的矿液, 由于海底附近物理、化学条件突变, 引起矿物的沉淀。同时发生围岩蚀变及围岩成分的溶滤作用, 另外还有一部分溶液交代一部分围岩而形成复杂的矿石结构构造。

若初期就生成大量的黄铁矿、黄铜矿沉淀, 形成一种粉状黄矿, 它们有时呈层状构造。形成互相之间没有清楚界线的复杂的矿物共生组合。它们的代表就是闪锌矿、方铅矿、黄铜矿的块状硫化物和重晶石的集合体, 这就是狭义的黑矿。黑矿一般呈层状分布, 但层理并不明显。有时也能见到含矿岩石与黑矿之间的界线弯曲而呈半共结状微微流动的痕迹。这表明当初它们是呈泥状沉积物存在的。然而, 多数黑矿, 当仔细地观察研究其产出状态时, 都能看到层状构造。特别是代表矿化作用末期的矿层上部, 层状构造越来越清楚。矿石的结构构造极为致密, 很容易看出是一种凝胶状构造。

黑矿是否呈胶状沉淀尚有疑问,但是这部分代表硫化物急速冷却时的产物这一点是没有疑问的。

9.黑矿中的粒序相 在黄矿、黑矿的形成过程中或形成之后,有时反复发生火山爆发、涌泉活动,并经常表现时强时弱,所以发生矿化作用的反复。在成矿作用过程中,由于海底爆发作用而引起乱流,因而早期的沉积物可能引起转移、再沉淀,这时硫化矿石具有一般在浊流沉积中常见的那种粒序构造。

10.重复矿化作用 矿液的上升作用既是持续性的,又是断续性的。在黑矿、黄矿、硅矿及石膏矿石中经常出现由第二次、第三次原生矿物组成的矿化痕迹。局部有Cu、Pb、Zn的富集作用,就是这种作用所造成的。

11.矿化作用末期状况 涌出矿液的海底附近属于还原环境,可能接近于硫酸性的酸度。但是,随着陆续沉淀出硫化物,矿液的上升压力衰减,矿液与海水之间的反应也接近于尾声,沉积环境转化为中性酸度的氧化环境。一时火山活动趋于减弱,海盆的状况也趋向平静。薄薄地覆盖在黑矿矿床顶部的“赤矾”或称之为“铁一燧石”的和较厚的黑色泥岩层就相当于这一层。海水的温度下降,生物的生长亦可能了,泥岩里往往含有有孔虫化石。

以后,局部地方发生了玄武质熔岩喷出活动,重新沉积了凝灰岩之类。由此完成了海底火山活动及黑矿矿化作用的一个旋回。

这种完整的旋回特性,并不是在所有的黑矿矿床中都能见到。有时可能只发育其中的某一部分(黑矿式矿床),另外在同一个地区发生两次以上的矿化作用的例子也有(如横田矿山)。

12.黑矿矿床及含矿岩层的成岩作用、区域变质作用 西黑泽期矿床形成以后,火山作用、沉积作用仍然延续很长时间,矿床和含矿岩层一起遭受了变质作用。另外,又因后期火山作用。有时矿床本身被岩脉穿插,局部还遭受热液蚀变,显出复杂的情况。

13.黑矿矿床的表生作用 埋藏在地下的黑矿矿床,经过地壳运动或剥蚀作用,一旦暴露到地表,遭受风化作用时,急速发生

变化。在小坂矿山昔日曾开采过的所谓“土矿”(银矿)就是黑矿遭受次生变化后铜、铅、锌的硫化物被分解,使铜、锌等被淋滤,而金、银、重晶石及褐铁矿等则成为次生矿物残留下来的一种次生富集体。

第四纪十和田火山喷发之前,黑矿矿床曾经遭受过表生作用,所以有时看到黑矿矿床的氧化带被十和田火山喷发物所覆盖。

三 找矿意义

下面简单谈一谈研究黑矿矿床的成因及成矿机理,对找矿指导意义的几点个人认识。

1.按层位找矿 黑矿矿床的形成与海底火山喷发活动有密切的关系,并且具有一定的层位。因此,我们应该首先研究一定时代的火山岩系地层特征,通过对地层的研究了解火山岩的类型、火山喷发旋回、次火山岩体的发育情况,矿化层位等问题。这是指定找矿准则的基本依据。此外,断陷盆地的形成和盆地内部火山活动的中心均与地质构造运动有关系,所以须要详细研究控制性的构造情况。研究火山岩系时首先要注意研究火山凝灰岩、角砾岩及集块岩,它们能指示火山活动的中心位置,有时它们本身也被矿化。一定要注意研究次火山岩体(有时表现为浅成岩体),因为它们是矿液的携带者。这种次火山岩体往往呈岩穹状、岩丘状或钟状等。它是在一个火山喷发旋回的末期贯入的,所以贯入到前期的火山岩系之中,具有一定的层位。如果在火山岩系中夹有黑色泥岩等正常沉积岩时,它代表一个火山喷发旋回的结束,因此遇到黑色页岩等正常沉积岩时,应向其下部层位的火山岩中追索矿体。

至于火山岩的岩性、化学性质(如酸性还是中、基性,富钾还是富钠等)以及围岩蚀变等特征。虽然也有较明显的规律性,但只能作为指定找矿准则的参考依据,因为它们往往是因地而异的。火山岩或火山碎屑岩经过强烈蚀变而呈绿色岩石(绿色凝灰岩、绿色熔岩、绿色片岩)的地方是有利于找矿的。

寻找黑矿型矿床的主要方法是地层研究、构造调查、岩相古地理研究以及物探和化探方法。化探方法可以用来直接找矿。物探方法

除了用来寻找含有磁性矿物的矿床外,在一定条件下还可以调查研究火山盆地的构造、寻找次火山岩体和火山活动中心位置等。

2. 综合找矿 如前所述,火山岩盆地往往是成群分布的,在同一个盆地内矿床也是成群分布的。因此在一个火山岩盆地内,找到一个矿床以后应该注意寻找第二个或更多的矿床,在一个火山岩盆地找到矿以后应注意在同时代的其他盆地内找到矿床的可能性。

另外,黑矿矿床中,各种类型矿体是呈带状分布的,因此找到浸染状或细脉状矿体后应注意寻找脉状或层状矿体,反之亦然。

黑矿矿床一般是多种成分的,因此找到一种矿种后应注意寻找另一种矿种。如找到铅锌矿后应注意到寻找铜和黄铁矿的可能性,找到硫化物后应注意寻找铁和重晶石、石膏、硬石膏、芒硝的可能性,反之亦然。有时会有有一次以上的成矿旋回,因此在浅部找到矿以后应向深部寻找第二层或第三层矿体。

3. 我国有没有黑矿 具备什么样的条件才能构成一种成因类型,看来这个问题是值得进一步研究的。我认为只要是按着同样或相类似的成因机理形成矿床,不管其成矿环境(如海相或陆相)、大地构造性质(地台还是地槽,或地槽发展的前期或后期)、矿种、围岩及其蚀变、微量元素等方面的特征如何,都可以当作同一种或相近的成因类型。例如,热液充填或热液交代型矿床就不受成矿环境、大地构造性质、矿种、围岩及其蚀变、微量元素等方面的限制。近来有一种倾向,即在应用类比法的过程中,认为两个矿床之间上述各方面的特征都一致才能算作同一种成因类型,否则就不能算作同一种成因类型。甚至有时把矿床的规模大小和品位高低也当作确定矿床成因类型的依据,我认为这种认识和处理方法是不妥当的,不能说明矿床成因的本质问题。热液充填矿床或夕卡岩型矿床,不管其规模大小、品位如何,只要是按着岩浆期后热液的充填或交代方式形成的都是热液充填矿床或夕卡岩型矿床。对岩浆岩型矿床或伟晶岩型矿床也是这样。

火山岩型矿床类型多,范围广,再做细致的划分是必要的,但也应该以成矿机理的异同作为划分不同类型的依据。因为只有正

确的成矿机理才能确定出正确的找矿准则,有效地指导找矿。

从以上认识出发,纵观我国的一些火山岩型矿床时,值得考虑其中有的矿床是否按类似于黑矿矿床的成矿机理形成。例如,新疆沙泉子地区的铜铁矿床。该区位于北天山地槽华力西褶皱带的东坡。区内广泛发育着一套石炭纪火山岩系。该火山岩系以酸性和中性火山岩及其凝灰岩为主,基性火山岩为次,同时还夹有正常的海相沉积。该区的特点是:①处在地槽环境;②海底火山活动激烈,各种火山熔岩、凝灰岩、角砾岩、集块岩以及角斑岩、细碧岩发育;③特别是次火山岩发育,多呈岩株、岩床、岩脊、岩钟状产出,实际上这些都是次火山岩穹;④火山岩中夹正常的海相地层,说明当时的火山活动有间歇性或旋回性;⑤火山岩的 $K_2O + Na_2O$ 一般在6~9%之间,具有富碱特别是富钠的特点;⑥火山岩普遍发生绿泥石化,呈绿色、深绿色;⑦在角斑质凝灰岩和安山质凝灰岩中,黄铁矿和黄铜矿呈浸染状分布,风化后岩石表面具有孔雀石且显示出十分明显的成层构造,黄铜矿化、黄铁矿化、硅化关系密切;⑧在剖面中石膏矿呈层状出现,并伴有黄铁矿化与黄铜矿化;⑨在含铜、铁矿的岩系中发现了蛋白石和赤铁矿条带;⑩磁铁矿和赤铁矿呈层状,与围岩产状一致,铁矿层具有多层性,少则两层,多则3~5层。除了最后一点之外,其余特点均与日本黑矿矿床的特点相近。我认为在这一套火山岩系中应进一步寻找铅、锌和重晶石,应该沿着该火山岩系中的含矿层位,继续追索新的矿床。

根据文献报道,国内还有不少火山岩型矿床,虽然在细节上有所不同,但总的形成特点与黑矿矿床相类似,值得进一步研究,以便应用黑矿矿床的机理和找矿准则去发现更多的矿床。

此外,在国内一些火山岩型矿床中出现石膏、硬石膏和重晶石等盐类矿物,须要进一步研究它们的成因,因为一方面它们本身有时可以成为有价值的矿床,另一方面还有助于研究矿床成因。

(朴春燮)