

白云鄂博矿床和石碌矿床

涂 光 炽

(中国科学院地球化学研究所)

摘 要

我国两个著名矿床——白云鄂博矿床和石碌矿床,尽管在地理位置、成矿时代,特别在物质成分上有很大差别,但通过对它们的沉积岩性组合、分布特征、古地理气候条件、后期地质作用的迭加及矿床形成环境与成因等方面的对比,作者认为这两个矿床基本上属于一种类型。可与国外苏必利尔型矿床在某些方面进行对比,但存在着重要差别。

我国两个著名的大型矿床,一个在塞外荒漠,一个在天涯海角,地理上相距数千公里;地质上它们处在不同的大地构造单元;矿床形成的时代也可能相差较大;特别是它们的物质组成更是各具特点,迥然不同。两者都是综合矿床,白云鄂博矿床无论是矿石或围岩物质成分都很复杂,富含稀土、铁、氟、钼、铌等元素。实质上,它应当是稀土-铁矿床。石碌矿床主要是铁矿床,铁矿石中杂质很少,但铁矿体下盘出现铜、钴矿体。所以,无论从地理、地质、矿物和元素组合看,它们确是千差万别,很难把它们放在一起进行对比,过去也确实认为它们风牛马不相及而没有对比过。

这一次,我们却偏偏把它们放在一起讨论、对比。尽管存在着这样那样的不同,然而,它们却还有不少相同或类似之处。而且,这些相同或类似之处很可能是更本质的东西。对这两个矿床加以综合对比,排除令人眼花缭乱的的外部现象,也许会有助于矿床成因和找矿的研究。

一、矿床的点型分布特征

这两个矿床都具点型分布特征,即大量而巨厚的矿层出现于小面积内,而在大范围内尚未见到同类型的矿床。这种点型分布特征既区别于面型分布,也不同于线型分布。前者如在鄂、湘、桂、川、黔、滇等省、区分布的,产于中、上泥盆统的宁乡式铁矿省;后者如分布于甘、新,赋存于北天山海西褶皱带,长达数百公里,断续出现的与海相火山活动有关的铁矿带。一般说来,矿床学家比较注重矿床的面型和线型分布特征,而对点型分布研究很差,甚至,还没有提出点型分布的概念。但是,这种点型分布特征却正好说明了白云鄂博矿床、石碌矿床和某些其它矿床形成条件的独特性。

二、矿床所处的大地构造位置和含矿岩系

白云鄂博矿床和石碌矿床所处大地构造单元虽然不同,但大地构造位置却很相似,即两者

都产于地台向地槽或地槽向地台的过渡带或冒地槽中。含矿岩系的白云鄂博群及石碌群,从沉积物性质与厚度、火山活动、褶皱形态、变质程度等看,均大致属冒地槽或过渡带产物。白云鄂博矿床处在内蒙古轴向海西优地槽转化的元古代冒地槽或过渡带中。石碌矿床含矿地层时代目前尚难肯定,但沉积物也属冒地槽性质。

从含矿岩系的岩性、岩性序列和矿床在含矿岩系所处的位置看,白云鄂博矿床和石碌矿床也十分相近。

据李毓英^[1],白云鄂博群自上而下可分九层,其大致岩性及厚度如下:

H ₉	暗色板岩及石英岩	340 米
H ₈	白云岩	520 米
H ₇	硅质灰岩及石英岩	430 米
H ₆	淡色石英岩	310 米
H ₅	暗色板岩	180 米
H ₄	暗色石英岩	290 米
H ₃	暗色板岩	450 米
H ₂	白色石英岩	280 米
H ₁	暗色板岩、粗粒石英岩	200 米

白云鄂博矿床即赋存于 H₈ 的白云岩中,在矿区之外的 H₈ 则多为石灰岩。

据 934 队资料,石碌群的厚度大于 2,000 米,是以绢云母石英片岩为主夹石英岩及白云岩的一套中—浅变质岩组合。自上而下,石碌群大致岩性与厚度如下:

第六层	结晶白云岩为主	500 米
第五层	绢云母石英片岩	400 米
第四层	石英岩及石英片岩	150 米
第三层	石英绢云母片岩	210 米
第二层	结晶白云岩	80 米
第一层	绢云母石英片岩	>500 米

石碌矿床赋存于第六层的白云岩中。

934 队认为,矿床西南的七差地区,陀烈群向上与含矿石碌群逐渐过渡。此地厚千余米的陀烈群富含碳质板岩。

这样,石碌群及下复岩系在岩性组合、甚至在岩性序列上都和白云鄂博群很类似。两者中、下部都是以碳质泥岩(都含较多有机质和黄铁矿)和石英岩为主,向上过渡为白云岩与含矿层,两者厚度也相近。两者都是当白云岩大量出现时,便跟着出现矿床。当然,也有不同,如石碌群中石英岩的泥质夹杂物略多和变质程度略高于白云鄂博群。

在褶皱形态上,白云鄂博群和石碌群也很相似。二者都是背向斜相间,向斜较平缓开阔,背斜较紧闭狭窄。矿床主要产于二者的向斜中(如白云鄂博的西矿和石碌的北一矿),在向斜轴部矿体有加厚现象。

三、矿床形成环境和成因

关于白云鄂博矿床和石碌矿床形成环境及成因问题,尽管目前还有分歧和争论,但愈来愈多的事实说明,它们主要是以沉积方式形成的。两者的矿体多呈似层状、透镜状,严格地受一

定层位和岩性控制,与围岩整合接触,并与之同步褶皱。矿石中不同程度地保留了某些沉积结构与构造(层理、微层理、条带等构造与鲕状结构)。同位素年代学研究说明,白云鄂博矿床与围岩形成时代基本相同^[2],这从一个侧面说明了矿床的沉积成因。这两个矿床中的主要成矿元素,如白云鄂博的铁和稀土,石碌的铁、铜、钴,从同位素研究成果看^{[2] 3)},也主要是沉积形成的。

白云鄂博矿床和石碌矿床形成的古地理、古气候条件也有颇大的类似性,即它们都形成于封闭-半封闭海盆地中,气候条件干燥炎热。石碌在第六层中已打到数十米厚的硬石膏层。白云岩、硬石膏和铁矿的密切共生说明了它们都形成于高盐度海盆地中。硫同位素研究也证实了这一点²⁾。

白云鄂博矿体和围岩中出现较多钠闪石与钠长石,呈细脉、网脉,团块状产出。作者认为,这些钠硅酸盐矿物并非岩浆期后钠化气液产物,而是在高碱度封闭-半封闭盆地中形成的。

可以从几个方面推敲这个问题。

1. 在空间上,白云鄂博的钠闪石较多地分布于距黑云母花岗岩较远的西矿,而在距黑云母花岗岩较近的主、东矿,反而较少见到。如果钠闪石,还有钠闪石-钠长石,是较高温度岩浆气液活动的产物,则不应出现这种反常现象。

2. 近来不少野外观察说明,钠闪石完全可以在外生的沉积条件,而不一定在内生的岩浆气液条件下形成。

据周维全^[3],镁钠闪石石棉矿区位于一个中生代陆相红层盆地内。镁钠闪石石棉出现于中生界的两个特定层位中。矿体呈层状、似层状。含矿层位中广泛分布镜铁矿、钠长石、石膏等矿物,并有钙芒硝等盐类矿物的溶蚀孔。含石棉地层的岩性以白云质泥岩及白云质泥灰岩为主。石棉沿节理裂隙与层间裂隙产出,而以前者为主。矿区附近无岩浆岩出露。

值得注意的有三点:

(1) 镁钠闪石及与之共生的白云石、钠长石、硬石膏等矿物均是沉积形成的,与岩浆气液活动无关;

(2) 这些矿物都是干旱炎热条件下高盐度介质(含盐类矿物的红层),封闭-半封闭盆地的产物;

(3) 尽管镁钠闪石是沉积成岩形成的,它却沿节理裂隙和层间裂隙产出。这种产状和白云鄂博矿区钠闪石的产状是非常类似的。

钠闪石在高盐度盆地的产出情况在国外也有报道。

3. 很长一段时间内,人们都把角闪石族矿物作为高、中温条件下的产物。钠闪石是一种角闪石族矿物,因此,人们很自然地把钠闪石作为岩浆热液或变质热液矿物对待。但实验工作说明纤维状钠闪石可以在温度低到 35℃ 的常温条件下合成^[4]。这和前述野外观察结果是一致的。

钠闪石不仅大量出现于白云鄂博矿床,也分布于若干其他元古代含铁建造中。如世界最大的角闪石石棉(钠闪石变种)产地即位于非洲南部特朗斯瓦尔超群之铁建造中^[5]。在盛产富铁矿石的西澳大利亚汗默斯利地区,早元古代含铁建造中也有较多钠闪石产出^[6]。另外,印度

1), 2) 见中国科学院地球化学研究所一室,石碌铁铜钴矿床硫同位素特征研究,1979。

和美国-加拿大元古代含铁建造中也有较少的钠闪石产出^[6,7]。

这些含铁建造中的钠闪石很难说成是岩浆期后气液交代作用的产物,因为在一些产地并无晚期花岗岩类侵入含铁建造中。

白云鄂博的钠闪石严格地受地层层位和岩性控制,出现于 H_2 的白云岩和矿体中。结合上述观察和分析,这种钠闪石有很大可能是沉积成岩或浅变质作用的产物^[8],而并非像过去一贯认为的那样,是岩浆热液作用的产物^[1,2]。换言之,钠主要是含铁建造本身所固有的,而并不是后期岩浆气液作用带来的。如果仅仅根据白云鄂博的钠闪石呈细脉和细网脉穿层产出,受节理裂隙和层间裂隙的控制,就得出它们是岩浆气液交代充填产物的结论,那显然是不合适的。因为在成岩和浅变质阶段,也完全可能出现具这种产状的钠闪石。

上述对钠闪石产状的阐述也适用于钠长石。至于在白云鄂博矿区常可观察到的呈大晶簇状产出的钠闪石、钠长石,则可能是先前沉积的细粒钠闪石、钠长石重结晶或经过短距离搬运重新沉淀形成的。它们常穿层产出,更带有岩浆气液的假象。

在白云鄂博矿床出现的另一种钠硅酸盐矿物——钠辉石,则可能是在后期岩浆活动影响下由一些沉积的钠硅酸盐矿物,如钠闪石,脱水而产生的高温矿物。钠辉石在东矿分布最广,主矿较少,其他矿体更少^[4],也说明了这一点,因为东矿距黑云母花岗岩最近,因此,即使是钠辉石中的钠也不一定来自岩浆气液,而可能是就地取材的。

看来,白云鄂博矿区的原始钠硅酸盐矿物及它们所赋存的白云岩,很可能是高碱度封闭-半封闭海盆地的沉积成岩产物^[8]。所以出现钠的硅酸盐,而不是氯化物、硫酸盐,可能与当时(中元古代)某些局限性海盆地海水富钠和硅有关。

现在,再看看两个地区的含矿白云岩,它们具备下列共同点:

1. 形态复杂,厚度变化大而快 白云鄂博的含矿白云岩最厚可达 800 米,但顺走向在 200 米距离内即骤降到厚不足 200 米。石碌含矿白云岩厚度也急剧变化于 200—850 米之间。

2. 相变常见 在白云鄂博, H_2 主要是白云岩、板岩和铁矿石,但在宽沟断裂之北, H_2 便主要由石灰岩组成。白云鄂博东矿东端,含矿白云岩相变为云母岩等硅铝质岩石。在石碌,白云岩也常相变为石英岩、绢云母石英片岩等。在两个矿区,都可见到白云岩与不同岩层(板岩、云母岩、石英岩等)分层抵触,但却不是断层接触。这样看来,不排除白云岩是礁灰岩的可能。

3. 存在着白云岩与矿床的密切关系 没有白云岩(部分是白云质灰岩),便没有矿床。从白云鄂博东到集二线数百公里区间广泛出露白云鄂博群。但只是在矿区,白云鄂博群的 H_2 才由大量白云岩组成,其它地区主要是石灰岩。只有白云岩才含白云鄂博式的矿床,而石灰岩则不含。另外,矿体厚度和白云岩厚度也存在着一定关系;厚大矿体一般都伴随有厚大的白云岩层,尽管反过来不一定如此。石碌矿床三面被花岗岩包围,情况复杂一些,但矿床与白云岩的密切关系也是明显的。

上面已谈到,在两个矿区,在含矿白云岩之下都有一套厚 2,000 多米的石英质岩石和富碳质、黄铁矿的泥质岩,它们的厚度和相变比之含矿白云岩要稳定得多。

可以看出,含矿层下复岩系是开放海洋的浅海沉积物,沉积环境相对较宁静、较还原、较偏弱酸性,而含矿白云岩则是局限海盆地的蒸发泻湖产物,沉积环境较动荡、较偏氧化,略偏碱性。正是后一种环境才为大量成矿物质的不断富集,提供了场所和合宜的物理化学条件。

四、后期地质作用的迭加

白云鄂博矿床和石碌矿床还有一个重要的类似之处,即它们在沉积形成之后都遭受到区域变质作用和酸性岩浆气液作用的迭加。

在这两个地区,区域变质作用程度都是不均一的。白云鄂博地区,变质较浅,只达板岩程度,中夹基本未变质的地层。石碌地区变质较深,可达低级的角闪岩相程度,如透辉石、透闪石岩的形成,但变质程度也不均一。区域变质对已形成的矿床影响很小。

在区域变质之后,相隔很久,两个地区都发生了黑云母花岗岩的侵入。酸性岩浆气液作用无疑对两个矿床都产生了影响。但在过去,把这种影响过分地夸大了。

后期的酸性岩浆气液活动使这两个矿床都发生了局部的,并不十分发育的矽卡岩化。在白云鄂博,只在东矿东端出现了镁矽卡岩。同位素年代工作说明,它和附近的海西期黑云母花岗岩基本同时形成^[2],要比元古代的稀土-铁矿晚得多。在石碌,矽卡岩化表现为交代沉积赤铁矿矿石的钙铁石榴石-绿帘石组合。这种矽卡岩分布也很局限和零星。

看来,两地的花岗岩及伴随的气液活动并没有给已形成的矿床带来新的、大量的成矿物质。白云鄂博矿床的稀土、铁、钠、钡、氟等主要是沉积时形成的,后期的黑云母花岗岩可能给矿床迭加了部分的稀土和铌^[2]。但花岗岩岩基带来的热能和气液,使在矿床中原已存在的部分元素活化并重新组合,产生新的矿物并形成新的矿物共生关系。石碌矿床三面都被巨大的花岗岩体包围,即或如此,铁矿床仍然保留了它在沉积形成时的极为简单的矿物组合。换言之,花岗岩对铁矿床并未带来新的成矿物质,尽管这样,气液活动的迹象是相当普遍的;石碌矿区的包体研究¹⁾,说明矿石中存在较高温度的气液活动。另外,铁矿体下盘的铜、钴矿体,在岩浆气液作用的促进下,有了部分成矿物质(钴、铜、硫)的活化转移和重新沉淀,但也基本上没有来自花岗岩的新的成矿物质的加入。

五、成矿物质来源

目前,这两个矿床成因讨论中主要需要解决的问题是沉积阶段,亦即矿床形成的主要阶段,成矿物质的来源问题。

在白云鄂博,一种意见是,稀土和铁主要都是陆源的^[2]。理由是:含矿岩系中火山物质很少发现,在矿区南的内蒙古地轴存在着大量的19亿年左右的含稀土变质岩和伟晶岩,它们可作为15亿年左右形成的白云鄂博沉积矿中的部分稀土来源。另一种意见是,成矿物质主要来源于深部热卤水²⁾。硫同位素组成特点说明,铁矿中的硫是深部来源³⁾。第三种看法,矿床是火山沉积成因,物质来源与火山作用有关。

无独有偶的是,对石碌矿床成矿物质来源也存在着同样的三种不同看法。有意思的是,提出某一种来源为主的人都一再申明,不排除其它来源的可能。

由于这两个矿床形成历史的复杂,沉积环境的特殊和物质成分的异常,确实应当考虑成矿物质多来源的可能。但究竟在两个矿床中各以何种来源为主,还需要作更多的深入研究才能

1) 喻茨莓,广东海南石碌铁矿区及其外围铁矿区气液包体研究与石碌铁矿成因特征的探讨,1978。

2) 冶金部天津地质调查所,关于白云鄂博铁矿成因探讨——热卤水沉积变质成矿。

3) 杨凤筠,白云鄂博矿床硫同位素地质初步研究,1979。

解决。

六、与国外矿床类型的对比

白云鄂博矿床和石碌矿床与著名的苏必利尔型大致相当,但也存在着重要差别。

1965年 G. A. 格罗斯根据沉积环境及岩性组合,将加拿大的前寒武纪含铁建造分成两大类,其中一种便是苏必利尔型。苏必利尔型矿床产冒地槽或大陆架环境,与石英岩、白云岩及炭质板岩共生^[9]。据另一些作者^[10],苏必利尔型矿床也可以持续到早古生代。

从上述可以看出,白云鄂博矿床和石碌矿床在产出的大地构造位置和岩性组合上,与苏必利尔型矿床是十分类似的,其中白云鄂博矿床就更近似一些。但仔细剖析,在一致的地质与沉积背景的基础上,存在着下列重要差别:

1. 在分布上,许多苏必利尔型矿床,如加拿大、巴西、印度、苏联等地出露的,常呈面型或线型展布,即在大面积内常有若干个甚至数十个同类型矿床的出现,但白云鄂博矿床和石碌矿床则呈点型分布特征。

2. 尽管在岩性组合上,白云鄂博矿床和石碌矿床与苏必利尔型很类似,但在岩性序列上却存在着差异。据 Gross^[9],在各大洲苏必利尔型矿床的岩性序列常常是(自下而上):白云岩、石英岩、黑色(或红色)页岩、含铁建造、黑色页岩。由于这种岩性序列十分普遍,有些研究者甚至认为是不可能改变的。

在白云鄂博矿床和石碌矿床,岩性序列的特点是:石英岩和富碳质、黄铁矿的泥质岩在下,白云岩(本身就是含矿建造)在上。这和多数苏必利尔型矿床不一样,但某些加拿大拉不拉多地槽内的苏必利尔型矿床,则与白云鄂博矿床和石碌矿床有类似的岩性剖面^[9]。

3. 在与白云岩的关系上,有些苏必利尔型矿床显示密切的时空关系,很像白云鄂博矿床和石碌矿床,但也有不少苏必利尔型矿床与白云岩没有直接的联系。

4. 在物质组成上,白云鄂博矿床要比典型的苏必利尔型矿床复杂得多。石碌矿床则较类似,但在石碌的铁矿体下出现铜、钴矿体,则在一般的苏必利尔型矿床也是少见的。

5. 苏必利尔型矿床常产于相对稳定地区,很少受到后期岩浆气液作用的迭加,这一点也有别于白云鄂博矿床和石碌矿床。

从上述对比可知,虽然在大地构造位置和岩性组合上,即在大致的地质背景与沉积环境上,白云鄂博矿床和石碌矿床与苏必利尔型矿床可以对比,但在分布特征、岩性序列、物质组分上存在着差异。这种有一致又有不一致的关键在于:白云鄂博矿床和石碌矿床,形成于发育在冒地槽碎屑沉积物基础上的局限性高盐度或高碱度环境中。而一般的苏必利尔型矿床则只要求浅海碎屑岩碳酸盐沉积环境。这一不同点也部分地决定了白云鄂博矿床和石碌矿床的点型分布特征。

七、小 结

从上述,可以初步总结出白云鄂博矿床和石碌矿床的若干主要相同或类似之处如下:

1. 它们都呈点型,而不是线型,更不是面型分布。
2. 它们都产于类似的大地构造位置,即地台与地槽的过渡带或冒地槽中,可能存在着不十分剧烈的古海底火山活动。

3. 它们的主体都是沉积形成的,都受到区域变质作用(石碌较重),又都受到更晚一些的酸性岩浆气液的影响和迭加,产生小规模矽卡岩和其它气液现象。从这个角度看,它们都是多成因的。后期花岗岩给白云鄂博矿床带来了部分稀土和铌。而在石碌,花岗岩气液作用促使铜、钴硫化物的活化转移,也体现于铁矿石和围岩的高温流体包体中。

4. 它们的下复岩系都是数千米厚的以石英岩和碳质板岩为主的浅海沉积物。当这一套巨厚的,主要在略偏酸性和还原性介质形成的沉积物转向碱性介质时,即白云岩形成时,便伴随了矿床的诞生。

5. 就古地理环境看,两个矿床的岩性序列反映了从浅海海湾向蒸发泻湖的过渡。两个矿床都形成于高盐度或高碱度的封闭-半封闭海盆地。这个因素决定了它们的点型分布特征。

6. 它们在沉积阶段的成矿物质来源问题,还需要更深入的研究才能解决。看来,多元的可能性是存在的。

7. 它们在产出的大地构造位置和岩性组合上可以与苏必利尔型矿床对比,但在岩性序列、分布特征和物质组分上存在着差异。

如果,上述的综合对比有一定的合理性,则白云鄂博矿床和石碌矿床的一致性或类似性便是主要的,而它们在矿物和元素组合上的重大差别反而是次要的了。

从白云鄂博矿床和石碌矿床的对比研究中可以看出,对这一类型矿床的成因和找矿问题,沉积环境及条件是关键的因素,而含矿地层时代的确定则是次要的问题。

参 考 文 献

- [1] 李毓英,白云鄂博铁矿地质与勘探,地质出版社,1959.
- [2] 王中刚、李绍炳、苏贤泽,地球化学,1973,1,5—11.
- [3] 周维全,地球化学,1977,3,227—234
- [4] Trendall, A. F., *Genesis of Pre-Cambrian Iron and Manganese Deposits*, 1973, 357—370.
- [5] Anhaeusser, C. R. & Button, A., *Handbook of Strata-Lound and Stratiform ore Deposits*, Vol. 5, Regional Studies, Chap. 7, 1976, 257—319.
- [6] Trendall, A. F., *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 1968, 79, 1527—1544.
- [7] Pichamuthu, C. S., *Jour. Geol. Soc. India*, 15(1974), 1, 1—30.
- [8] French, B. M., *Econ. Geol.*, 1973, 68, 1063—1074.
- [9] Gross, G. A., *Genesis of Pre-Camprian Iron and Manganese Deposits*, 1973, 15—21.
- [10] O'Rourke, *Econ. Geol.*, 1961, 56, 331—361.