第45卷 第3期 地质学报 Vol. 45, No. 3
1965年8月 ACTA GEOLOGICA SINICA August, 1965

从銘鉄矿的結构构造探討銘鉄矿矿床的成因类型

陈 正

铬铁矿结构构造的研究对象为矿床的各级形态单元，具体包括矿体的形态产状、矿体的内部构造、矿石的结构构造和物质成分等，目的是在查清各级形态单元生成条件的基础上，阐述矿床的成矿作用及其发展过程。铬铁矿的结构构造对探讨矿床的成因是具有重要意义的。

近年来笔者在铬铁矿的实际工作中体会到，以往划分的铬铁矿的成因类型并不是十分完善的。笔者在本文中拟从铬铁矿的实际结构构造出发，探讨铬铁矿主要成因类型的划分问题。试图在原有分类的基础上，提出一些新的看法，作为补充和修订的意见。是否合理合用，希望读者提出批评和指正。

一、矿石的結构特征

矿石结构是矿床结构构造的基本形态单元。研究矿石结构应包括查清每一基本形态单元的矿物成分、矿物的粒度、结晶程度和密集的程度。这一系列的研究，目的在于查明矿石形成的物理-化学条件、矿物晶出的顺序和矿浆的浓度等。

（一）銘尖晶石的粒度

人们对于铬尖晶石的粒度往往不太注意，一般只简单地分出粗粒、中粒或细粒。实际上铬尖晶石的粒度是有一定的成因意义的。根据笔者经验，凡是纯橄岩中的副成分自形-半自形铬尖晶石，经常是最细的，粒度一般变化在 0.1—0.2 毫米之间。到早期岩浆以及正岩浆的早期矿床，粒度就要略为粗大一些，但一般也只在 0.5 毫米范围內变化。例如我国松区产在单辉橄榄岩单斜辉石中的浸染状矿石的自形嵌晶的粒度是 0.1—0.5 毫米，我国南乌区呈自形晶集合体产于晚期辉石岩中的铬尖晶石一般也在 0.5 毫米左右，最大不超过 1 毫米。根据国外文献记载，苏联哈巴宁产在纯橄岩中的浸染状矿石的自形铬尖晶石为 0.05—0.5 毫米，其块状矿石的自形铬尖晶石也不过 1.0 毫米；非洲南部布什维尔德产在古铜辉石岩中的自形嵌晶铬尖晶石普通只有 0.1—0.2 毫米，最大也不过 0.4 毫米；南罗得西亚大岩墙和美国斯提耳沃特岩体产于斜辉橄榄岩辉石中的自形嵌晶铬尖晶石为 0.1—0.4 毫米。及至正岩浆的晚期矿床，如常见的纯橄岩中典型的显微网环矿石、隐晶显微网环矿石以及一部分半自形-他形浸染状矿石中的铬尖晶石的粒度又要比上述一类粗大些，一般变化在 1—2 毫米范围內。只有正岩浆晚期的以他形为主的浸染状矿石，晶粒有时可达 3—4 毫米。最后，到眞正的晚期岩浆矿床，铬尖晶石的粒度一般就要粗大得多，最细的粒度为中粒状，经常为粗粒状，并常可见到成巨粒晶的集合体。例如在我国萨区、唐

区和赫区等矿床中，构成块状矿石的铬尖晶石的直径可达到 10—20 毫米。根据国外文献的报道，世界上铬尖晶石的最大直径可达到 160 毫米之巨，这就比常见的层状矿床中的自形晶要粗大 300—400 倍。从上述情况可以看出，铬尖晶石的粒度与成因之间的密切联系。因此，在探讨矿床成因时，不应忽视铬尖晶石的粒度。铬尖晶石的粒度从早期矿床到晚期矿床逐渐增大并在晚期矿床中突然增大很多的现象，虽然一部分应由岩浆或矿浆含铬浓度的增加而引起(因为从岩石的副成分以至晚期岩浆阶段，岩浆或矿浆中的铬浓度是逐渐增加的，它有利于依次形成较大的晶体)，但在同一的温度-压力条件下，其粒度绝不致相差达数十倍至数百倍之多。这就使我们不得不相信挥发性组分在其中所起的作用。在岩浆结晶过程中，挥发性组分逐渐集中，愈到后期愈为富集。这些挥发性组分一般与金属氧化物具有特殊的亲和力，它与含矿融熔体的结合，使铬尖晶石的结晶温度、残余岩浆以及矿浆的粘度依次降低，使结晶时的离子扩散能力依次增大，从而使铬尖晶石的粒度按一定顺序递增，并在晚期岩浆阶段呈特大的幅度增长。就晚期岩浆矿床铬尖晶石粒度的大幅度增长来看，显然已具有伟晶矿床的性质了。

（二）铬尖晶石的结晶程度

铬尖晶石的结晶程度决定于矿石中单晶粒晶面的发育程度，一般可按自形的程度分为自形、半自形、他形等三类。在分析铬尖晶石的自形程度之先，必须考虑蛇纹石化作用所带来的溶蚀的影响。根据全蛇纹石化和新鲜的同一类型的矿石实际对比，能看出铬尖晶石的自形程度基本上改变不大，因此可以肯定蛇纹石化作用对铬尖晶石的溶蚀作用是极为轻微的，铬尖晶石的晶形基本上仍能代表蚀变以前的晶形。

检验铬尖晶石的自形程度，可以推断铬尖晶石与脉石矿物生成的先后关系。如矿体与围岩为逐渐过渡而无一定的界线，脉石矿物为围岩的主要造岩矿物，造矿铬尖晶石也不过是围岩中较为密集的副成分铬尖晶石，则自形程度就基本上确定了矿床的成因类型。如早期岩浆、正岩浆早期、正岩浆晚期等等。

虽然确定铬尖晶石的自形程度很关重要，但并沒有得到应有的重视。一般命名比较笼统，缺乏一定的界线和标准。为了今后便于相互对比起见，有必要统一规定划分自形程度的标准。

根据术语的涵义，自形的铬尖晶石应该全由完整的晶面所包围，在磨光面上应具有完整的晶形截面，即晶粒具有能代表晶面的直线晶边。在成因上它说明铬尖晶石结晶时不受任何阻挠，而是从融熔的岩浆中首先结晶出来的矿物。

半自形铬尖晶石的特点是同一晶粒具有代表他形凹面的弧线晶边，也具有代表自形的直线晶边。半自形的铬尖晶石说明与脉石矿物同期结晶，因此同一晶粒的一部分发育成为自形，一部分被正在生长的脉石矿物所阻挠而发育成为他形。这类代表他形的凹面一般可分为两种：一种是弧形凹面，一种是港湾形或新月形的深凹。关于凹面的形成，索科洛夫已作过详细的阐述[3]，他的论点是令人信服的。

他形铬尖晶石不具自形的直线晶边而全为代表各种凹面的弧线晶边。它说明铬尖晶石的结晶时期要晚于脉石矿物。

但是应当指出，岩浆矿床是与汽成热液矿床不同的。它是在具有一定粘度的岩浆中

连续生成的，不象汽成热液矿床那样具有清楚的流动性和阶段性。因此矿石中铬尖晶石的自形程度，常常是逐渐过渡的，甚至在一狭小范围的矿石內，可发育成不同自形程度的矿石。

同时，在铬尖晶石和脉石矿物橄榄石的结晶过程中，结晶核心的密度和晶体生长的速度也常有很大差别。一般橄榄石的粒度较大而速度较慢，铬尖晶石的粒度较小而速度较快，从而使同一成因类型矿石的实际结晶形状往往并不均一。譬如在铬尖晶石和橄榄石同时结晶的矿石中，大部分铬尖晶石为半自形，但一部分铬尖晶石如在结晶结束之前，沒有受到它邻近正在生长的橄榄石的干扰时，仍可结成自形，又一部分铬尖晶石如在开始结晶时就受到其四周已经结晶的橄榄石的干扰，也就结成他形，以致半自形、自形、他形能同时出现于矿石中。

由于上述原因，可知确定矿床中的矿石类型应以主要类型为准，确定矿石中铬尖晶石的自形程度应以主要的晶形为准。強求一致是不现实的。为了便利鉴定起见，自形程度除划分为上述自形、半自形、他形三类单一的类型外，可再划分出自形-半自形、半自形-他形二类型（参阅照片 1—5）。

由此可以理解，如一矿体全部由浸染状矿石构成、围岩为单矿物岩、又二者呈逐渐过渡关系时，则全部由自形晶铬尖晶石构成的矿床应属于早期岩浆阶段生成（岩浆开始结晶以前）；由自形晶、自形-半自形晶和半自形晶铬尖晶石浸染体构成的矿床应属于正岩浆的早期阶段生成；由半自形晶、半自形-他形晶和他形晶浸染体构成的矿床应属于正岩浆的晚期阶段生成。

应当指明，上述铬尖晶石的自形程度完全指与造岩矿物或脉石矿物之间的关系。另一种情况是当铬尖晶石在浓度较高的熔体中结晶时，由于铬尖晶石晶粒的相互抵触，也可形成半自形的结构。如浓度更高还可形成他形晶的集合体。这类自形程度决定于矿液的浓度，与上述类型当有性质上的差别。

二、矿石的构造特征

矿石构造是指某些由一种或一种以上的结构单元按一定组合方式构成的矿石形态单元。构造单元的形成常有其固定的物理-化学条件和地质条件。因此，分析矿石构造单元的特征可进一步查清其成因特征，然后再在这基础上结合矿体的构造，探索矿体或矿床的成因。铬铁矿矿石的构造类型变化更多，但基本类型不外以下几种：

（一）块 状 构 造

以往对块状矿石的了解是很不够的，一般认为由块状矿石构成的矿床与围岩的边界总是清楚的，在成因类型上属晚期岩浆矿床。其实块状矿石显然可分为以下几种成因类型：（1）由细粒至极细粒全自形晶堆积而成的块状矿石。这类矿石比较少见，可以我国南乌区辉石岩脉中巢状矿体的矿石为代表（照片 6）。它说明铬尖晶石是在岩浆还呈熔体状态时首先结晶并经堆积而成的，舍此，不能有其他解释，因其在早期岩浆阶段结晶，挥发性组分影响小，所以晶粒特别细小。（2）由正岩浆晚期的浸染状矿石过渡而成的块状矿石。铬尖晶石由粗粒至巨粒，相互间为他形接触，其成因当属晚期岩浆类型，因为这些块

状矿石贯入围岩裂隙的现象是常见的。在晚期岩浆阶段由于挥发性组分高，铬含量浓集，故结成粗粒至巨粒的他形集合体。在特殊情况下，这种铬尖晶石还发育成一定自形晶状（有一部分直线晶边，常在其他块状或浸染状矿石中呈瘤状产出，晶粒也似石榴子石，比较松散，易于脱落。就其自形和粒度而论，应该是在一种挥发性组分特高、粘性特小的近于伟晶岩的条件下形成的。实际的产状也充分说明了这一性质（照片 7）。（3）由豆状矿石逐渐过渡而成的块状矿石。铬尖晶石由粗粒至巨粒，相互间为他形接触，其成因当与豆状矿石相同（照片 8）。（4）与围岩具有清楚的浑圆弯曲的界线，不具有任何运移贯入现象的、由他形晶集合体构成的块状矿石。这类矿石很可能由熔离作用形成，否则也不易解释（照片 9）。

（二）均匀浸染构造

地质部地矿司将这类构造按浸染的程度分为稠密浸染（Cr_2）、中等浸染（Cr_3）、稀疏浸染（Cr_4）、星散浸染（Cr_5）、矿化纯橄岩（Cr_6）等数级，为了便利描述和对比起见，应当普遍采用。但建议将地矿司的致密块状矿石（Cr_1）在研究矿石组构时划分为二亚级，以铬尖晶石在 95% 以上者作为（Cr_{1a}），自 95% 至 80% 者作为（Cr_{1b}）。后一亚级在组构上最好仍作为均匀浸染矿石。

对均匀浸染矿石除按铬尖晶石密集程度划分类型外，更应按其自形程度划分类型。以便进而对那些与围岩呈逐渐过渡关系的矿体或矿床确定其成因类型。

（三）斑杂状和反斑杂状构造

斑杂状构造指在较稀疏较细粒的浸染状矿石中含有较致密较粗粒的不规则形的部分。反斑杂状构造则与前者相反。两种矿石部分具有迅速递变的关系，接触界线为浑圆的变形虫状。这种构造的形态特征说明二者基本上同期形成，生长时的温度压力条件相同，所不同的是成分较不均一。粗粒的较致密的部分含铬较富，随之挥发性组分也较富，因而铬尖晶石的结晶时期也稍较后，偶尔显示出对细粒的较稀疏的部分有局部浸入胶结的现象；也因而使铬尖晶石的粒度增长很多，可比其伴生的较稀疏的部分粗达十倍或数十倍之多，从而也使其与后者形成较清楚的界线。显然它已进入晚期岩浆的阶段（照片 10）。

（四）显微网环状和网环状构造

在以纯橄岩为围岩的矿石中，常见在稠密浸染或块状矿石的外缘出现这类构造的矿石。显微网环构造的特点已由索科洛夫详细论述，索氏认为其成因是在橄榄石结晶的晚期与橄榄石同时结晶而成，二者相当于共结比的成分（橄榄石 80%，铬尖晶石 20%）。这一看法基本上是正确的。但笔者曾见我国罗区新鲜橄榄岩中的显微网环状矿石的网络也可以穿过橄榄石晶粒的中心，而不一定全部都分布在橄榄石的边缘（照片 11）。

网环状矿石与围岩沒有明显的边界。由此可知，铬尖晶石既在造岩矿物橄榄石结晶的晚期与橄榄石同时结晶，其形成时期属于正岩浆的晚期当无问题。

网环状构造的网眼和网络都较粗大。它是显微网环矿石在结晶时受到定向压力，使橄榄石和铬尖晶石分别进一步集中而形成的。

（五）嵌晶状构造和链状构造

此种构造共有两个亚类：一为斜辉橄榄岩和单辉橄榄岩中的嵌晶状构造，例如我国松区、南罗得西亚大岩墙和美国斯提耳沃特矿床的主要类型矿石；一为古铜辉石岩中的嵌晶状构造，例如布什维尔德矿床的主要类型矿石。

前一类型（照片12）在辉石中含有橄榄石的嵌晶，细小的铬尖晶石都呈自形晶浸染于辉石中。橄榄石中一般无铬尖晶石，在橄榄石与嵌晶辉石之间有一圈由橄榄石的吸收而形成的不含铬尖晶石嵌晶的辉石。这类矿石中橄榄石、铬尖晶石、辉石依次连续结晶是很明显的。

后一类型(照片13)在辉石中不含橄榄石，铬尖晶石全呈细小的自形晶散布在辉石中。此种矿石有时也呈显微网环状，铬尖晶石环绕辉石晶粒的边缘分布。但铬尖晶石总呈自形，辉石与其接触总呈他形，不象真正的显微网环状铬尖晶石主要为半自形(照片11)。这一现象说明，铬尖晶石的结晶时期仍要早于辉石。辉石结晶时排除了细粒铬尖晶石于晶粒的外缘，并与其共同堆积。因此局部有形成类似显微网环状构造的现象。

铬尖晶石自形晶较为密集时常在晶粒的顶角处相连，形成链状构造（照片1），再密集时可过渡成为块状矿石（照片6）。

以上两构造亚类表明，如矿体由沉积或积聚的自形晶铬尖晶石构成，不论是否矿层或矿巢，第一亚类的结晶时期应属于正岩浆的早期，因为铬尖晶石的结晶在少量的橄榄石之后、大量辉石之前。第二亚类应属于早期岩浆，因为铬尖晶石结晶时，岩浆还处于完全的熔融状态。

应当附带指出，在斯提耳沃特除了上述的主要类型以外，也还有属于就地结晶的典型的显微网环和斑杂状构造的矿石，在斯提耳沃特、布什维尔德二地也都有自形晶的次生扩大现象。

（六）团块状和反团块状构造

团块状矿石的形态特征是众所周知的，它在我国索区和乌区矿床中最为发育。团块状矿石按团块大小可分成瘤状、豆状、绿豆状等类型。团块状矿石常过渡成为块状矿石（照片8）和浸染状矿石（照片15）。在乌区还可见到迅速过渡成类似网环状的矿石（照片16）。它说明团块状矿石的生成条件极有限制，变化很灵敏，只要条件稍有改变，就会过渡成浸染状、块状或其他矿石。

团块状矿石的成因以往沒有彻底解决。日本学者认为是由凝胶固化而成，杜纳斯、赫斯赖纳和兰姆多认为，巴尔干半岛团块状矿石由块状矿石经熔蚀而形成[4]，别捷赫琴和索科洛夫则认为是由熔离作用而形成[3]。由凝胶作用生成的说法缺乏证据，因为在团块状矿石中从未见到凝胶所应有的沉淀核心和球粒状构造。巴尔干半岛矿石的一部分可能由破碎的块状矿石经熔蚀而形成，但凡团块状矿石全由此种成因生成是难以理解的。因为团块状矿石在世界各地分布很广，在矿体中常有一定部位，不能认为均由构造作用破碎后形成。笔者曾见阿尔巴尼亚的矿石与一般团块状矿石实际上也沒有差别。苏联学者提出熔离成因的依据是：（1）具有浑圆的团块外形；（2）团块中的铬尖晶石具有放射状排列

的特点。就笔者所见到的很多团块状矿石而论,后一特点是不足信的。

根据笔者研究团块状构造的结果,认为熔离成因是真实的,具体证据是：(1)团块具有浑圆的外形;(2)具有固定的高含量的铬尖晶石;(3)团块常压成椭球状，呈定向排列而不遭到破碎;(4)铬尖晶石都呈粗粒至巨粒集合体，在团块与团块的接触处，充分显示出表面张力的特点,即接触面基本为一平面,或见椭球的一部分完整地嵌入另一椭球的现象(照片14)。表面张力的现象強有力地证明团块是熔离作用的产物。

团块状矿石常与自粗粒以至巨粒的块状矿石伴生，说明团块状矿石也是岩浆结晶的晚期形成,只不过形成的机理与结晶分异有别。它是由结晶分异而造成的殘余岩浆经过熔离作用而形成的。熔离作用使殘余岩浆分离成铬铁矿团块和硅酸盐基质两部分。

反团块状构造在我国索区和古巴的莫亚地区都有报道，一般认为团块状矿石旣由熔离而形成，则橄榄岩也呈团块状包于矿石中的反团块状构造的出现是可以理解的。但此种反团块状构造矿石还缺乏研究，索区所见的反团块状构造中的铬尖晶石的粒度一般只有1—2毫米,与团块状构造中铬尖晶石的粒度相差很远。照笔者的看法，这种反团块状构造可能是代表由矿浆熔蚀围岩而形成的泽布罗构造。

由铬尖晶石团块与网环构成的帽徽状构造在国內尙未见到(照片17)。

(七)各种累带状构造

包括沉积累带、浸染累带(照片18)、斑杂累带(照片19)、致密累带(照片20)等各种有方向性的构造。沉积累带根据袁棨林的报道在我国绿区有良好露头。至于其他各种累带构造都是由前述相应的各种构造，受到由岩浆流动而产生的较強烈的定向压力或区域性的挤压作用而造成的，因此其成因应用其相应的各种构造的成因概括。我国罗区浸染累带矿石中新鲜橄榄石具有定向排列一点可说明外力作用与结晶作用同时发生，也就是说岩浆或矿浆是在外力的影响下结晶的。

三、矿体的构造特征

矿体的构造包括下述几个方面的情况:

(一)矿体中的矿石类型、含量及其空間配置

铬铁矿体可由比较单一类型或多种类型的矿石构成。我国单由浸染状、块状矿石构成的矿体幷不少见,单由团块状矿石构成的矿体见于索区的东北部,由浸染状、团块状、块状矿石等共同组成的矿体见于索区岩体的南部边缘和较高部位。三者在矿体中的位置幷不一定。浸染状矿石分布在矿体外缘的情况较为常见,有时块状矿石位于矿体的下部,豆状、浸染状矿石位于上部,有时则块状矿石位于边部，豆状、浸染状矿石位于矿体的中部。根据文献报道,巴尔干半岛和小亚细亚的团块状矿石常产于块状矿石的外部与上部,在岩体中则多产于岩体的中部。

不言而喻,如果矿体中的不同类型矿石及其成因已经查明,对于矿床成因的最本质的机理也就不难了解。

（二）矿体和围岩的接触关系

矿体和围岩的接触关系与矿石的类型、成因有密切联系，有的界线清楚，有的逐渐过渡而沒有一定的界线。有清楚界线的接触面也有表面呈平整的、不规则的和呈平滑的弧形曲面接触之分。一般由浸染状矿石构成的矿体不清楚的较多，由块状、团块状矿石构成的矿体清楚的较多。按成因类型来说，一般早期生成的较不清楚，但在层状分异岩体中有明显重力沉降作用的矿层是例外；晚期生成的晚期岩浆矿床、熔离矿床的界线是清楚的，并常显示对围岩裂隙有局部充填的作用；正岩浆晚期生成的矿床往往可以清楚或不清楚，一部分受岩浆流动影响或区域性挤压作用的矿体往往可以清楚。例如乌区由浸染状矿石构成的X号矿体，现时略呈筒状，分异时可能不清楚，但在结晶时受到了区域性压力，矿浆在半凝固的围岩中发生位移，故具有相当清楚的界线。所以以往常简单地将有清楚界线的矿床作为晚期岩浆矿床，沒有清楚界线的矿床作为早期岩浆矿床的看法是与事实不完全相符的。

对那些与围岩有清楚界线的矿体，接触面的性质应作为判定矿床成因类型的首要依据。例如那些对围岩有裂隙充填或运移贯入特点的矿床总是在晚期阶段生成的，具有光滑团块状外形而沒有其他运移现象的矿体总是由晚期岩浆阶段的熔离作用生成的。这种情况下矿体中铬尖晶石的自形程度，显然只与脉石矿物生成的先后有关，而不能说明矿体是在岩浆的哪一阶段生成的。

（三）矿体的形态和产状

矿体的形态由于生成的內外条件不同，变化较大。从矿体的形态类型和产状常能推断矿体在结晶过程中所受外力的影响。例如矿巢、矿囊一般是在静止的条件下生成的；定向排列的扁豆状、豆荚状、香肠状矿体以及陡立的板状、层状异离体，连同它所包含的各种累带状矿石，一般是在结晶的过程中或结晶以前受岩浆流动作用或区域性的挤压作用而形成的；平缓的层状、板状异离体以及矿层一般是在静止的条件下经沉积作用而形成的；矿脉则往往代表已分异的矿浆，在围岩凝固以后，在本身结晶前或结晶的过程中受到挤压，从而产生运移贯入的结果。地槽区的铬铁矿床，有很大一部分产于斜辉辉橄岩的纯橄岩异离体中，在结晶前或结晶的过程中常因受到岩浆运动或区域性挤压的影响，形成定向矿体。这些定向矿体又常与纯橄榄岩异离体的延伸方向，甚至岩带的延伸方向平行。显而易见，分析矿体的形态和产状，对于找矿是很重要的。

四、矿床成因类型的划分意見

铬铁矿是基性超基性岩的岩浆矿床。铬尖晶石的结晶显然受岩浆成分和压力、温度、浓度条件的控制。根据铬铁矿结构构造的分析研究，可以推知铬尖晶石成分在岩浆中的富集，是在岩浆长时期分异过程的不同阶段中形成的，又在分异富集的阶段中，除受上述岩浆成分和压力、温度、浓度条件控制外，还严格受岩浆的流动、岩浆冷却的速度以及挥发性组分的含量等因素的影响，从而使矿床的类型、矿体的形态、产状和规模又有复杂的变化。

在上述的多种因素中，造矿铬尖晶石在围岩中结晶的时期显然是主导的。因为铬尖

晶石结晶的迟早，直接决定了矿床形成的机理。例如由早期岩浆结晶作用而形成的矿床，主要是通过沉积和积聚作用富集起来的，由晚期岩浆结晶作用而形成的矿床，主要是通过殘余岩浆作用而富集起来的。由于富集作用的不同，以致矿床的形态、产状和分布也有明显的差别。不仅如此，铬尖晶石的结晶时期，还决定了挥发性组分的影响程度和伴生脉石矿物的种类和密度，因而也就间接规定了矿石的类型。铬铁矿在一定程度上按照在岩浆中结晶或分异的时期划分成因类型是合理的。

早年伏加特认为铬铁矿是早期岩浆的矿床，其后杉普逊、别捷赫琴、索科洛夫等认为不完全是早期岩浆矿床，其中也可以是晚期岩浆矿床，在晚期岩浆中又可分出同生和后生的两类，晚期岩浆矿床在生成时受到挤压，可形成相应的挤压类型，而由挤压引起长距离的运移，更可形成贯入矿床[3]。我国王述平和傅荫平等都有上述的类似的看法。王恆升则更強调熔离作用中的重要性。

自然，铬铁矿还可以根据母岩浆的类型划分，例如将矿床分成与基性岩、辉橄岩、纯橄岩有关的矿床。塞耶根据地质环境的不同划分为地台型矿床和地槽型矿床。贝特曼则又根据与整个岩体的结晶阶段的关系分为早期岩浆矿床和晚期岩浆矿床。

笔者认为，根据前述的矿石结构构造、矿体的构造以及矿体与围岩的接触关系等特点，可将结晶分异的铬铁矿床，按照在岩浆中结晶的阶段分为四个类型：

（一）早期岩浆矿床

这类矿床在近矿围岩（母岩）开始结晶以前生成。矿床可呈层状、巢状或浸染状产出。矿石的特点是铬尖晶石全部为自形晶，并有堆积或积聚作用，可构成浸染状及块状矿石。由于早期岩浆缺乏挥发组分，岩浆粘稠，不利于铬元素的扩散，以致铬尖晶石的粒度极为细小，普通在 0.5 毫米以下，最大也不超过 1—2 毫米。铬尖晶石较分散时矿体的界线不清，积聚成团或在安静的条件下由重力作用堆积成层时矿体界线很清楚。本类矿床最特殊之点是，即便铬尖晶石积聚成致密块状矿石时，其自形程度与粒度并不改变（有次生扩大作用者例外）。本类型是地台区的最重要的类型。典型的实例有布什维尔德古铜辉石岩中的矿床、哈巴宁纯橄岩中矿床的一部分和我国南乌区产于辉石岩中的矿床。

（二）正岩浆早期矿床

这类矿床在母岩浆结晶的早期生成。铬尖晶石的结晶期基本上与岩浆早期结晶的主要造岩矿物同时或稍后，但显然在晚期结晶的主要造岩矿物之前。矿床可呈层状或浸染状产出。由于铬尖晶石与早期晶出的造岩矿物同时堆积，以致矿石全为浸染状。铬尖晶石对早期晶出的矿物可以是半自形、他形或呈他形分布，而对后者则为自形接触。因早期岩浆同样缺乏挥发组分，铬尖晶石的粒度仍极细小，一般在 0.5 毫米以下。矿体的界线与前一类型相似。典型实例为我国松区、美国斯提耳沃特和南罗得西亚大岩墙。这类矿床常见的矿石结构表明结晶的次序为橄榄石—铬尖晶石—辉石。在造岩矿物中辉石是主要的，因而矿床应属于正岩浆的早期矿床。另如某些纯橄岩中的自形、自形-半自形、半自形的铬尖晶石的浸染体，也属于此类。例如我国阿区的某矿床。

（三）正岩浆晚期矿床

这类矿床在母岩浆结晶的晚期生成。铬尖晶石的晶出基本与岩浆晚期结晶的主要造岩矿物同时或稍后。本类型矿床的富集作用主要是晚期岩浆的重力积聚作用（残余岩浆的重力作用），因而矿体多为透镜状、房状或厚板状，如经挤压作用，则可变成薄板状、条带状、扁豆状等。矿石一律为浸染状、斑杂状或其相应的累带状变种。挥发性组分由于岩浆结晶而至晚期，已有一部分集中，因而铬尖晶石较粗，一般自细粒以至中粒。矿体界线普遍不清楚，但是含矿融熔体受到挤压作用，则可有清楚的界线。本类型的典型实例为纯橄岩中由显微网环矿石和由半自形晶、半自形-他形和他形晶构成的浸染体构成的矿床。本类型是地槽区的最重要的类型。典型实例有苏联肯皮尔赛东南部的矿床、我国赫区的某矿床和索区的某矿床等。

（四）晚期岩浆矿床

这类矿床在母岩浆基本凝固之后生成。由于残余岩浆或矿浆中挥发组分大量集中，粘性降低很多，铬尖晶石的结晶点也大为降低，并由于铬含量的大量富集，矿石常为自粗粒至巨粒的块状矿石，中粒晶的块状矿石是比较少见的。矿石常与前一类型密切伴生，但由于粒度的悬殊而常有清楚的界线。常对围岩显示压滤、贯入或受节理控制的现象。本类型矿石常呈粗粒至巨粒的自形晶，伴生铬榴石、铬透辉石、铬云母等，这说明矿石已具有伟晶期的性质。典型实例：我国唐区、索区老主矿 5 号矿体和赫区的某矿床。

除了上述四类由结晶分异而形成的矿床以外，笔者认为尚应加入：

（五）熔离矿床

熔离矿床在苏联学者看来是一种矿化现象而不是成矿作用，实际上与事实并不相符。例如我国索区的某矿床（图 1），即全部由团块状矿石构成。又如索区的另一矿床（图 2），

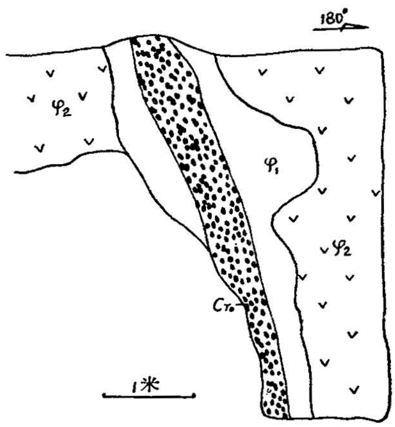


图 1　索区某矿床剖面素描

φ_1——纯橄岩；φ_2——斜辉辉橄岩；Cr_0——团块状矿石。

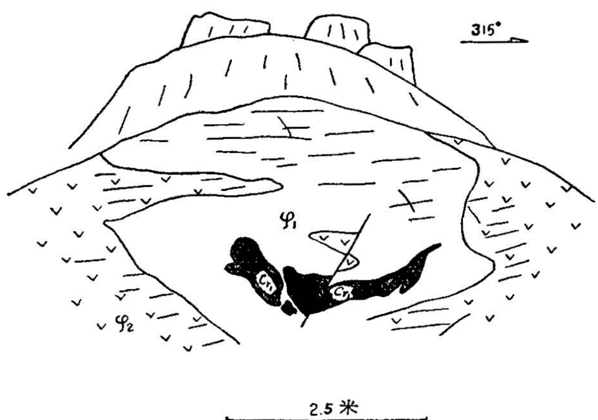


图 2　索区某矿床剖面素描

φ_1 和 φ_2 同图1；Cr_1——致密块状矿石。

矿体呈卧鱼状或胎儿状，矿石为致密块状，界线浑圆清楚，除熔离外也难以解释。萨区矿床的主要类型的矿体大部分呈扁豆状或椭球状产出（图 3、4），与围岩界线平滑清楚，矿石为致密块状，非常均一，笔者也认为应属于熔离矿床。国外有不少由豆状矿石过渡成块状矿石的矿床，说明有很多块状矿石可能是由熔离作用而形成的。

所以，铬铁矿床的成因可分为五种主要类型，这是完全以结构构造的具体分析为依据的。除上述五类外，尚有砂矿与汽成热液的类型，由于意义不大，这里不予讨论。

铬铁矿的主要类型虽可分为五类，但各类型之间并不是孤立的，经常在同一矿床中会出现一种以上的类型。例如正岩浆的晚期矿床，往往与晚期岩浆类型伴生或过渡，团块状矿石也在上述二类型中时常出现，说明除结晶分异外也常伴随有熔离作用。

为了较真实地表达铬铁矿的类型、形成过程及其主次关系，笔者建议采用矿物生成顺序表的格式表示矿床的成因类型。附表为笔者对调查过的矿点试作的成因类型表，表中附有国外典型矿床作对比，谨供阅者参考。

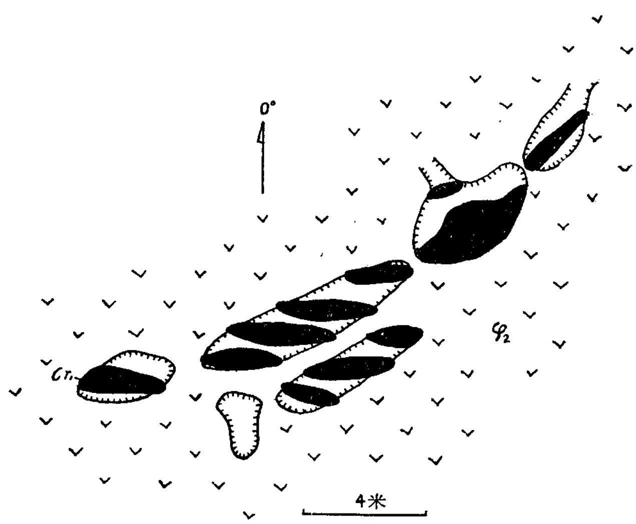


图 3　萨区某矿羣采坑矿体复原示意图
（图例同上）

图 4　萨区某矿羣采坑壁素描
φ_1、φ_2 和 Cr_1 同图 2；Cr_2——稠密浸染矿石。

本文在编写的过程中曾蒙杨凤英、石晶芳二同志提供不少宝贵意见和实际资料，特此致谢。

参 考 文 献

[1] 王恒升 1962 对铬铁矿矿床生成若干问题的探讨。中国地质 1962 年第 7 期。
[2] 王並平 1963 关于铬铁矿成因类型的探讨。中国地质 1963 年第 5 期。
[3] 索科洛夫 Г. А. 1958 乌拉尔铬铁矿。地质出版社，1958 年。
[4] Donath M. 1962 Chrom. Ferdinand Enke Verlag.

GENETIC TYPES OF CHROMITE DEPOSITS ON THE BASIS OF TEXTURES AND STRUCTURES

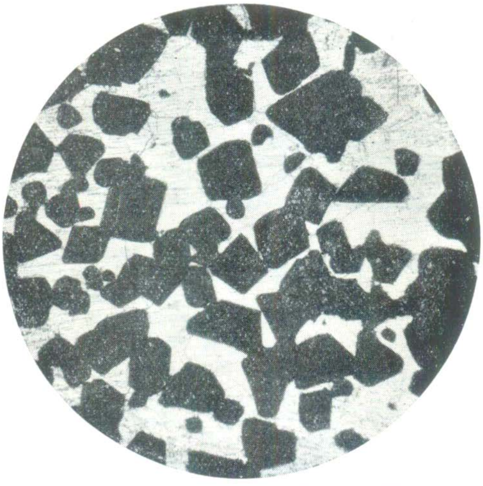
CHEN CHENG

(Abstracts)

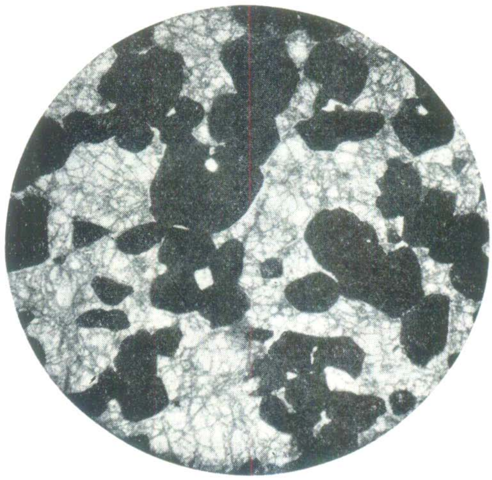
The origin of chromite deposits is of fundamental importance for ascertaining of industrial type and prospecting. The early genetic classifications of chromite deposits are subjected to some defects and not so perfectly applicable in the practical works. The writter discusses in this paper the morphological and genetic characteristics of the structural units belonging to different classes, and on this fundation offers some new revision and addition to the old ones. The chromite deposits are now divided into five types. Namely, the early magmatic, the early stage of orthomagmatic, the late stage of orthomagmatic, the late magmatic and the liquid unmixing. Diagnostics of each type are given.

附表　鉻铁矿矿床成因类型表

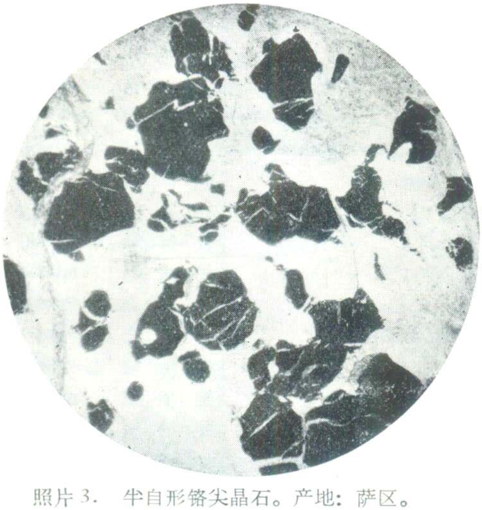
矿　床		早期岩浆	正岩浆		晚期岩浆	熔离	备注	
			早期	晚期			母岩类型	岩浆流动或区域性挤压的影响范围
索区	1—4矿床						純橄岩	影响到矿体和矿石
	5矿床						純橄岩	影响到矿体
	6矿床						純橄岩	影响到矿体和矿石
	7矿床						純橄岩	影响到矿体和矿石
	47矿点						純橄岩	影响不显
	26矿点						純橄岩	影响到矿体和矿石
	11矿床						純橄岩	影响到矿体
	41矿床						純橄岩	影响到矿体
	122矿点						純橄岩	影响到矿体
	381矿点						純橄岩	影响到矿体
	118矿床						純橄岩	影响到矿体
	123矿床						純橄岩	影响到矿体
	350矿床						純橄岩	影响到矿体和矿石
烏区	X矿床						純橄岩	影响到矿体和矿石
阿区	207矿床						純橄岩	影响不显
	209矿床						純橄岩	影响到矿体
索区	Ⅰ、Ⅱ矿床						純橄岩	影响到矿体
赫区	41矿床						純橄岩	影响到矿体
	820矿床						純橄岩	影响到矿体
	620矿床						純橄岩	影响到矿体
	基东矿床						純橄岩	影响到矿体
	35192矿床						純橄岩	影响到矿体
	3756矿床						純橄岩	影响到矿体
	733矿床						純橄岩	影响到矿体
南烏区	CK750						輝石岩	影响不显
北烏区	417矿点						純橄岩	影响不显
薩区主要矿床							斜方輝石岩	影响到矿体
	7矿羣一部分						純橄岩	影响到矿体和矿石
唐区							斜方輝橄岩	影响到矿体
松区							单斜橄欖岩	影响不显
美国斯提耳沃特							斜方橄欖岩	影响不显
南罗得西亚大岩墙							斜方橄欖岩	影响不显
非洲布什維尔德							輝石岩	影响不显
苏联薩拉諾夫							斜方橄欖岩	影响不显
苏联肯皮尔賽頓村附近							純橄岩	影响不显
苏联肯皮尔賽頓村北部							斜方輝橄岩	影响不显



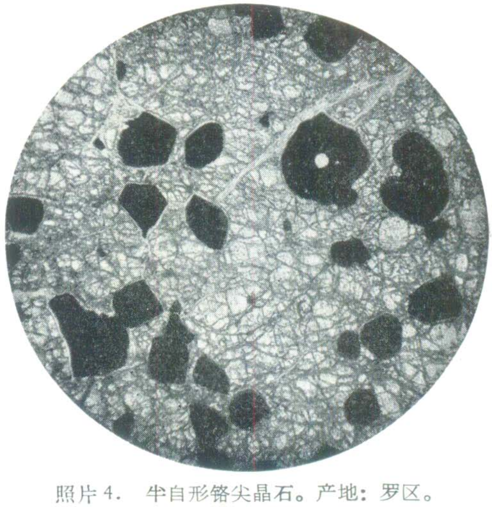
照片 1. 自形晶铬尖晶石。产地：松区。视域直径 1.1 毫米。



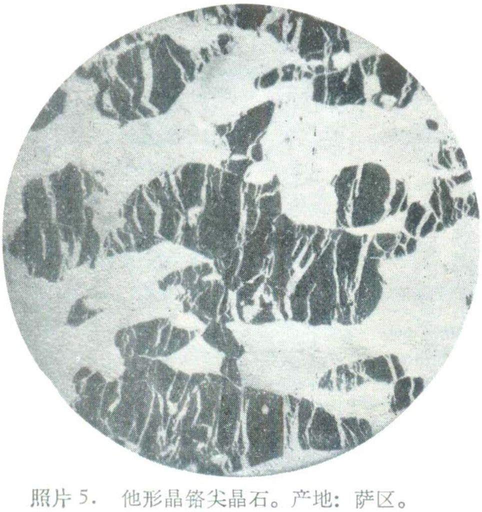
照片 2. 自形-半自形铬尖晶石。产地：罗区。视域直径 4 毫米。



照片 3. 半自形铬尖晶石。产地：萨区。视域直径 4 毫米。

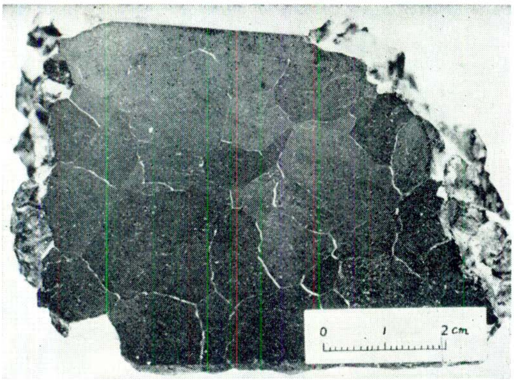


照片 4. 半自形铬尖晶石。产地：罗区。视域直径 4 毫米。

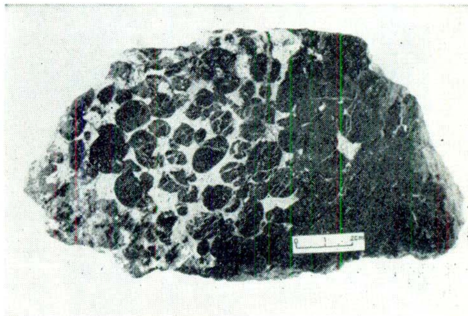


照片 5. 他形晶铬尖晶石。产地：萨区。视域直径 4 毫米。

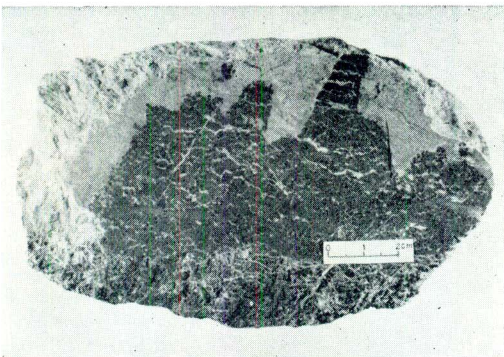
照片 6. 由细粒、极细粒自形晶堆积而成的块状矿石。产地：南乌区。视域直径 4 毫米。



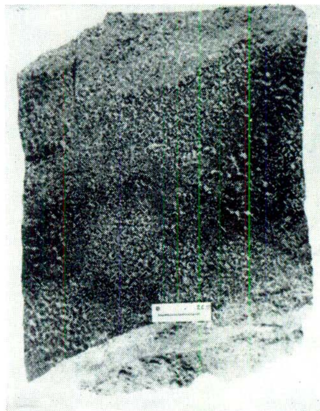
照片 7.　由粗粒的较自形的晶粒鑲嵌而成的块状矿石。产地：巴基斯坦 Saplaitoghar.（根据孟宪民）



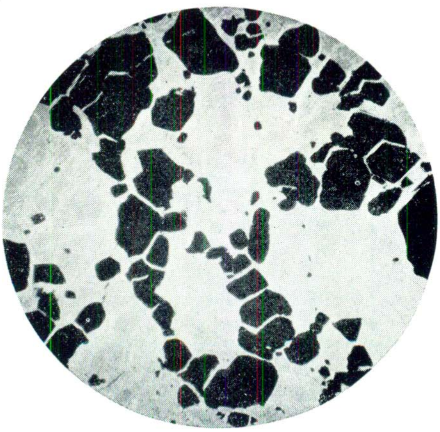
照片 8.　由豆状矿石过渡而成块状矿石。产地：索区。（根据曲景川）



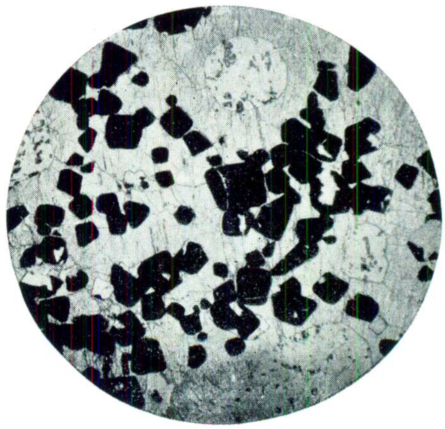
照片 9.　由熔离作用形成的块状矿石。产地：索区。（根据曲景川）



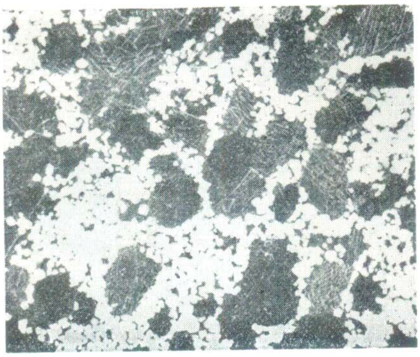
照片 10.　斑杂状矿石。产地：萨区。



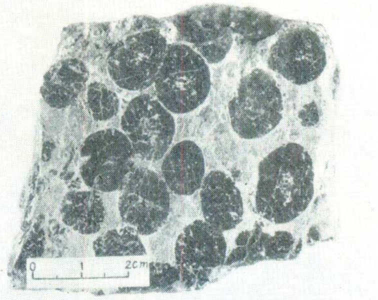
照片 11.　显微网环状矿石。产地：阿区。视域直径 4 毫米。



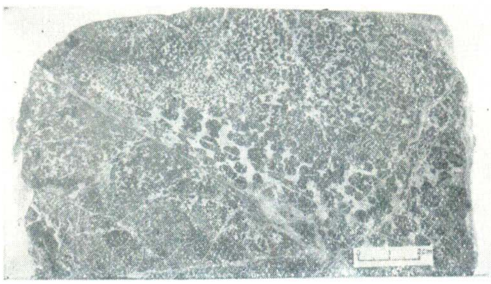
照片 12.　嵌晶状构造类型之一。产地：松区。视域直径 4 毫米。



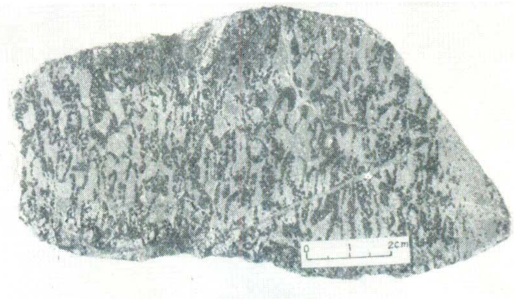
照片 13． 嵌晶状构造类型之二。产地：布什維尔德。×12。（根据 Cameron）



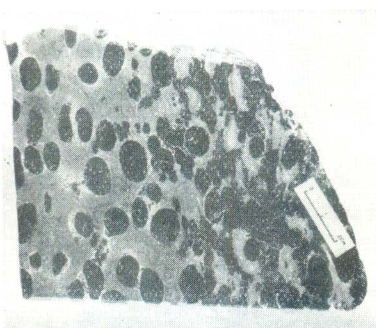
照片 14． 团块状矿石团块接触处所显示的表面张力现象——焊接结构和压入结构。产地：乌区。



照片 15． 团块状矿石(向浸染状矿石过渡。产地：乌区南区。

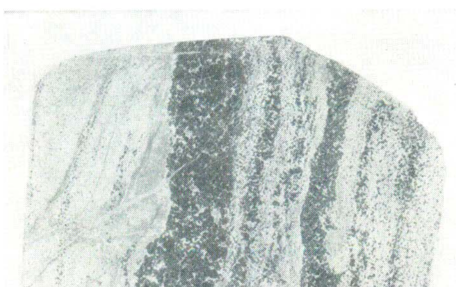


照片 16． 团块向网环过渡。产地：乌区南坡 200 钻孔。



照片 17． 帽徽状构造矿石（向团块过渡）。产地：巴基斯坦 Jungtarghar．（根据孟宪民）

照片 18． 浸染累带构造矿石。产地：乌区。



照片 19． 斑杂条带矿石。产地：乌区。

照片 20． 致密(压滤)条带矿石。产地：七区。