

阿尔丹—斯塔诺夫地区右线性构造聚矿构造

V. V. Vinogradov

阿尔丹—斯塔诺夫地区是苏联最大的早前寒武纪地层出露地区之一。这套地层可以划分为阿尔丹和斯塔诺夫两个褶皱系，二者在构造面貌、变质作用级别等方面均有差异。迄今对二者的关系知道很少，故以构造—变质面貌将二者彼此分开。然而地学界多认为它们属太古界无疑。因此，整个地区应是一个太古代固结区。

在早、中元古代时期，该区破裂为一个被缝合槽分隔的断块系。晚元古代时期，处于地台快速发育阶段。随后在古、中、新生代时期经受了各种构造、岩浆活化作用的干挠。

种类繁多的岩浆、沉积和变质杂岩从太古代至新生代都有发育，这就决定了这个独一无二地区的重要意义，并可藉此重建该区的构造格局以及在岩浆作用与成矿作用分布方面的影响和演化。本文根据Tomson和Favorskaya关于聚矿构造的建议(1968)，尝试进行一次聚矿构造分析。他们提出了隐蔽扰动瞬变带系(a system of transient zones of concealed disturbances)—线性构造(lineamentre)的概念。该隐蔽扰动瞬变带系从地球历史的早期阶段即已出现，其后的时期内决定了内生活动的某些特征。这些线性构造有时具有很大的成矿意义，与成矿带内最大成矿单元的分布有直接联系。本文还将讨论如何识别阿尔丹—斯塔诺夫地区的线性构造系、其演化特征以及如何从扰动瞬变带中辨认聚矿构造等问题。

古挠动瞬变带

根据最近资料，Olekma—Uchur河间区(阿尔丹—斯塔诺夫地区的北半部)太古代的主要大构造构成一个相对规则的近南北向正交网络系统。受早太古代原生断裂控制的由隆起、拗陷带构成的原生网络决定了构造的交汇部位。一些调查者曾经指出过斯塔诺夫山系内地层系列中(区域南半部)早太古代褶皱、断裂的经—纬方向性。

与太古代总体构造一致或基本一致的古断裂正交网络已在中央阿尔丹区详细描述过。这些断裂已被确定为褶皱滑脱特征分析的成果，并与太古代沉积、岩浆和其它组合的分布有联系。

前寒武纪基底的构造交错面也反映在地球物理场中。在检查阿尔丹—乌丘尔河间区磁力、重力场研究结果中，Malyshev在太古代基底地层中发现了一个分阶段层状构造，上部阶段由强花岗岩化岩石系列组成，其构造被弄得很复杂(有穹窿、椭圆和褶皱)，看来似乎叠置在形态简单的下部阶段上。下部阶段的构造最像正交模式，由变质岩组成，没有那种近地表的的花岗岩化。该模式的各个要素在磁力、重力场的变换带中很明显显示出来，且与高水平面

测量异常走向一致。把正交张性断裂网络增加于构造图上，其主要断裂可追踪到斯塔诺夫山脉，并可继续追索到阿穆尔区。

使用地质异常法揭示了挠动瞬变带系 (A. M. Kurchavov, 1978)，使我们能够在中、小比例尺地质图上确定复杂形变序列构造的主要特征。隐蔽干挠的标志有：褶皱系的直线联合；序列的突然中断；褶皱轴线的旋转；褶皱脊与某一条线或某一异常吻合且有别于主要走向；地层挠曲；褶皱系的倾伏以及侵入岩体的直线接触。

隐蔽挠动带沿走向可由断裂接替，并可在其后的构造、岩浆活动时期复活面特别醒目。通常，由最古老杂岩构成的断块沿此种断裂线性延伸并且暴露在地表。显然，断裂带内这种断块的分布决非偶然，而是可以作为这种断裂形成时期很古老的指针。例如Chara—Olckma河间区的经向断裂系，南阿尔丹的纬向断裂系就是这样一种断裂系。

各个地段不利的覆盖，早前寒武纪地层许多问题上的争论，以及因此出现的区域地质图的概略性质，使对隐蔽挠动的任何分析决非容易。在斯塔诺夫山区识别隐蔽挠动特别困难，那里是古老的和年轻的杂岩变质现象集中的地区，要求用特殊方法从年龄上把它们区分开。况且近一半地区被中生代地层覆盖，原生正交构造又被太古代发生的运动沿对角线方向强烈改造。尽管如此，一些地区的经、纬向带由于年轻构造和新近形成的断裂而增强，因而可以十分可靠地鉴别。

根据专门的地球物理、地质资料分析方法，早已发现的隐伏断裂系追踪了地台盖层下的隐蔽挠动带，这样，Evota—Ketkap线性构造的东延部分是一个雁行状排列的近纬向断裂带。Ketkap和Kondero—Netsk线性构造是由A. A. Stavtsev等 (1968、1973) 判译的，推测展布于盖层沉积下的隐蔽挠动带的延伸部分得到了地球物理异常资料的证实。这些地球物理异常资料是L. I. Krasnov等 (1964、1967) 建立的。

研究中的隐蔽挠动带 (图1) 穿过阿尔丹和斯塔诺夫区之间的边界，明显地反映了全区独特的原生构造面貌。线性构造宽20—50公里，区内总长达1000—1100公里。某些密集排列的线性构造被合并为较高级的厚带。这一线性构造系包括了人们根据地质资料熟知的古正交断裂，而该古正交断裂又包括了Cherkasov和Malyshev著作中描述过的区域断裂网中的大多数成员 (也因此以区域断裂网成员为瞬变带命名)。

构造、岩浆分带特征

一般地说，太古代断块之间边界的经—纬方向特性表示了前寒武纪构造、岩浆分带的正交性质 (参阅图4)。这些断块在构造和物质上的差异被用来划分原生相带、褶皱系或构造带的基础。这种正交性质也因Kurulta系及其相当岩系的露头的分布而增强。M. Z. Giukhovskiy等 (1973) 将Kurulta系和其它相当岩系划分为地球演化早期阶段的成分。因此，注意深部断裂系 (Amga和南Yakvtain) 是瞬变线性体碎片 (Amga、南阿尔丹和Trompton) 很重要，该深部断裂系分离控制Kurulta系露头的断块。

现在我们来考虑低级别的分带。I. M. Frumkin等 (1968、1970、1972) 以及其它人的工作已经建立了太古代建造中古区域断裂及其与两侧变化之间的联系。Cherkasov认为主要火山

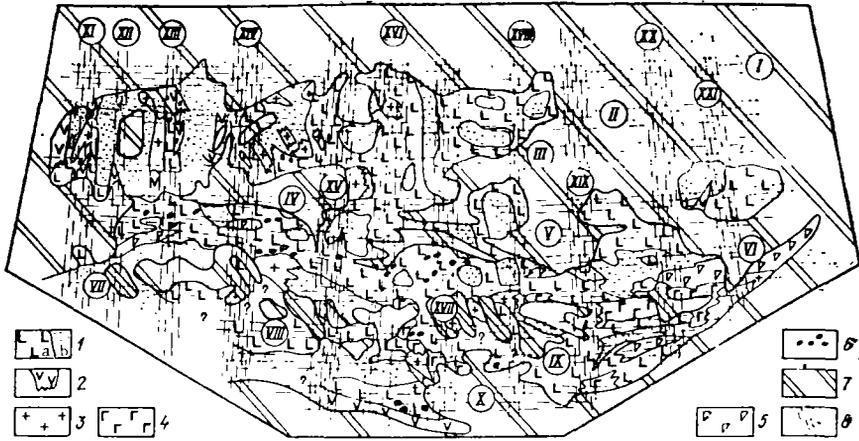


图 1 阿尔丹—斯塔诺夫地区太古代基底杂岩和挠动瞬变带分布略图

1—下部太古代基底：a—铁镁带（基性火山活动），b—硅铝带；2—太古代演化终结阶段的槽地；3—混合岩和花岗岩；4—辉长—苏长岩；5—辉长—斜长岩；6—超基性岩；7—后太古代建造；8—挠动瞬变带：I—北阿尔丹，II—Nimnyr，III—Evotaketkap，IV—VII—南阿尔丹（Anamzhak，Chad，Ulkan和北斯塔诺夫线性构造），VIII—X—Getkan—Lucha（Unakha和Bomnak线性构造），X—Mogot—Agra，XI—Murun—Katuga，XII—Verkhnetokkinsk，XIII—Iemulyakit，XIV—Amga，XV—Seligdar，XVI—Iimpton，XVII—Deheltula，XVIII—Siligla，XIX—Idyum，XX—Tomptokan，XXI—Maymakan岩系在两侧变化最大。我这里使用的铁镁带（基性正变质岩饱和带）的分带可直接根据推测原生断裂网络划分，该断裂网络组成一个极其规则的正交型网。

在研究关于挠动瞬变带太古代杂岩分布的工作中，继R. F. Cherkasov之后作者识别了具有饱和基性正片岩的带。现在，在阿尔丹和斯塔诺夫地区广泛的地层分区范围内，多少可信地确立了某些类型的结晶片岩和闪岩的原生岩浆成因（S. D. Velikos lavinskiy等，1976）。这类岩石的区域分布轮廓已用来编制太古代火山活动分布略图的基础（参阅图1）。

图1清楚地显示了挠动瞬变带的“网状形态”以及靠近基性杂岩的正交分布。线性构造系有一个以铁镁质为主的剖面，可作为火山作用分带边界。褶皱前的超基性岩、辉长斜长岩和辉长苏长岩体主要集中在最大的挠动瞬变带内（南阿尔丹和Getkan—Lucha）。花岗岩化活动区与线性构造的联系不甚明显。总的说来，线性构造内部较少花岗岩化，挠动带通常成为花岗岩及混合岩分布区的外部边界。

古经、纬向挠动网络对太古代演化末期阶段构造薄弱带的分布在很多方面起了重要作用。沿该薄弱带显示了中基性火山活动（Bor—sala、Urhan和Chumikan杂岩），侵入了辉长岩、辉长苏长岩体，围绕该带周围形成了花岗岩体。

早、中元古代缝合槽也继承了早期历史，沿对角线正交挠动分布。因此，注意把盆地中心位置和层状橄榄岩—辉岩—辉长岩侵入体等过渡性火山活动局限于实际的线性构造正交系上很重要，这就可使注意力局限在对整个南阿尔丹地区的构造活动性、退化变质带、缝合槽以及出露的层状基性、超基性侵入岩上。早、中元古代的最大构造与Kodar—udokan和ul-kan槽地带对称分布。以后的槽地演化阶段，蛇绿岩扮演了重要作用。

晚元古代—寒武纪时期的沉积建造分布在一个巨大的地区，以阿尔丹长期活动构造为界与斯塔诺夫隆起分开。晚元古代时期沿北西、北东向张裂带贯入了辉绿岩墙。沿古正交隐蔽挠动带交切带，侵入岩墙遵循着一个异常的纬向或经向方向。推测地台盖层下正交挠动带交切带上，有Ingiliya超基性岩、碱性岩和金伯利岩体群分布（图2）。

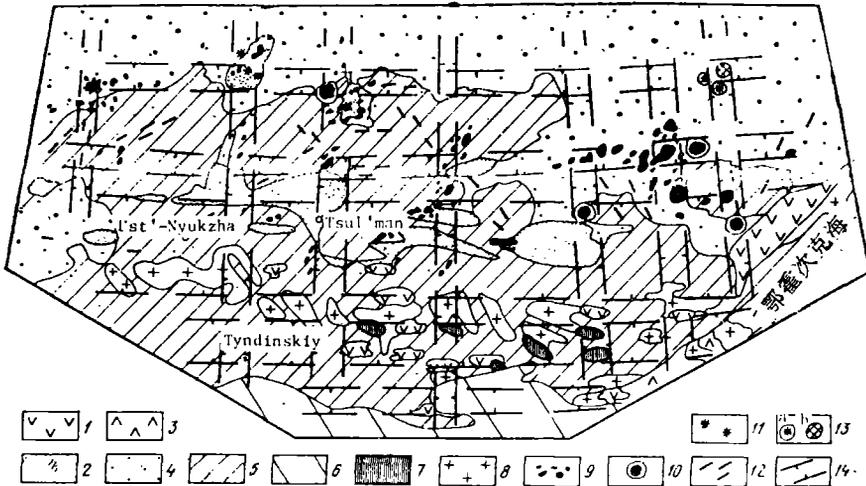


图 2 晚元古代地台岩浆作用和中生代复活活动岩浆、沉积杂岩分布略图

1—3—中生代盖层：1—火山成因盆地，终结复活活动；2—含煤盆地；3—初始复活阶段的近地表火成岩；4—地台盖层；5—太古代基底；6—邻区；7—9—中生代侵入建造：7—复活终结阶段的小侵入体；8—斯塔诺夫深成侵入岩带；9—阿尔丹碱性、碱土火山—侵入岩区和侵入岩体；10—同9，但具有一个也许是前寒武纪的超基性岩核；11—古生代—中生代的金伯利岩；12—岩墙带；13—Ingiliya金伯利杂岩（a）和碱性超基性侵入岩（b）；14—中生代和晚元古代时期复活的主要挠动带

阿尔丹—斯塔诺夫区经历了几个时期的复活活动，古正交断裂系对于岩浆岩和其它地质事件的分布必然产生一定影响。然而，中、新生代确实存在的这样一种影响，相反却没有在古生代活化的经、纬向构造中发现，而古生代活动曾经影响了该区西南边缘。对这种现象，可解释为是南部邻区古生代岩浆建造广泛发育的一种结果。

中生代复活活动以几个方向的挠动为特征。斯塔诺夫带岩浆传导断裂走向为北西到近东西向（N. M. Sytina等, 1976），而岩墙带走向是北西、北东，最通常的是纬向方向。

北阿尔丹线性构造成为阻碍中生代上侵岩浆向北侵入渗透的一个屏障。沿阿尔丹带分布的岩浆活化规模和类型的变化边界已绘于图上。在北部，它包括晚侏罗—白垩纪斯塔诺夫侵入岩带（一个最强烈的裂隙型花岗岩浆活动带）。该带由于与轴平行的古Getkan—Lucha带的影响而破裂。沿该带有淡色花岗岩，中、小型花岗斑岩和火山活动终结时的火山成因盆地。在南阿尔丹构造内，发生了强烈的构造运动，这表现在地堑系和充填有含煤物质与近地表火成岩洼地的形成，也表现在南Yakatian大冲断裂的形成上。其北部阿尔丹弧区，正如Cher—Kasov所指出的，那里中生代碱性和碱土火山侵入岩区的分布受太古代大断裂系的控制。由于新形成的、遍布全区的大断裂以其在岩浆作用最强烈地区的最密集分布，使纬向构

造运动平面图特别显眼。

根据新近资料,大多数超基性—碱性岩体的侵位与中生代活化有关。像局限于纬向带的Ingiliya岩体,通常位于经向隐蔽挠动带。古生代—中生代的Chompolo金伯利岩也产出在这一位置。

邻区的新生代活化作用导致贝加尔裂谷系的形成。该裂谷系只出现在该区最西端。再向东,古正交挠动系对活化运动的分布起了主导作用。最强震震中朝经、纬向线性构造的交切结点聚集。在南阿尔丹长期持续活动断裂带内,分布着最明确限定的新生代裂谷槽(Toka, Ytymdzha等)和第四纪粗玄质火山岩(图3)。该带南缘与Zeya—Udsk和阿尔丹系之间的分水岭吻合。北阿尔丹线性构造是一条大断层,在南部,为地台盖层沉积目前仍不断发育地区的边界。

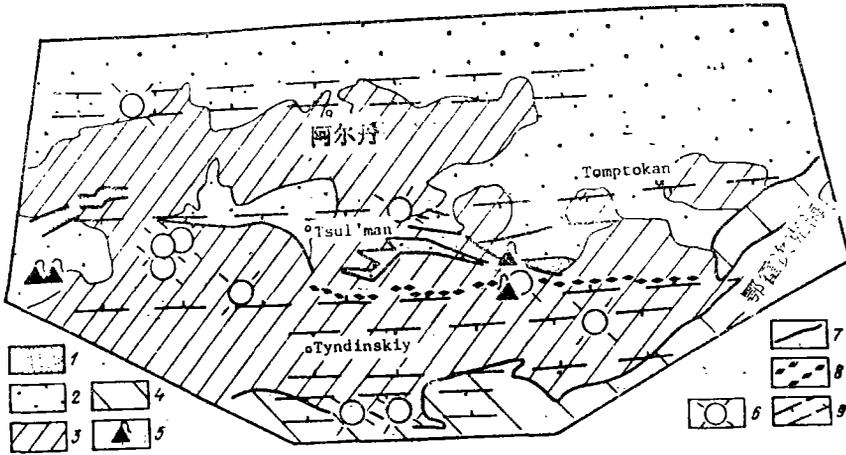


图3 阿尔丹—斯塔诺夫地区新生代出现的复活活动

1—第四纪沉积物; 2—元古代—中生代沉积盖层; 3—太古代基底; 4—邻区; 5—第四纪火山中心; 6—1935—1973年最强震震中(据B.N.Koz'min等, 1975); 7—贝加尔和南Yakutian裂谷系断裂; 9—新生代时期复活的主要瞬变带

某些瞬变带在决定构造、岩浆分带基本特征的邻区构造缝合线中的作用也很突出。Chaya—Sensk深断裂带是Evota—Ketkan线性构造的西延部分。早元古代时期,它与西部和东部著名的几乎对称的狭窄贝加尔褶皱区有联系。在中元代时期,它分布在Agitkan系火山岩分布区的北部边界上。晚元古代时期,它毗邻Bodaybo复向斜沉降区。Tel'man杂岩中的古生代花岗岩未划归该带北部。

纬向带的东段决定了Okhotka—Chukotka火山带Dzhugdzhur支带的横切成带现象。南阿尔丹挠动带对该火山带的显著膨胀(Magey火山建造的结果)具有成因联系。Ye.N.Sapozhnikova完成的变质构造分析使我们能够把纬向线性构造再向东追踪到勘察加半岛,并使其与这里已知的隐蔽挠动横切带(Ozernoo和Icha—Adrianovo)对比。

矿产资源分布类型

第一个重要的成矿世代是太古代,它以产出含铁石英岩和金云母磁铁矿石为特征。第一

种分凝作用位于追踪正交挠动带展布的两个广延带内 (Ye. P. Mironyuk 等, 1978), 由于该正交挠动带控制了 Kurul'ta 断块系和大多数晚太古代槽地、坳陷的分布, 因此, 含铁石英岩局限于槽、坳地带。根据 Ya. N. Belevtsev 等 (1959) 调查者的意见, 认为 Murun—Katuga 线性构造内已知铁矿床矿石成因与热水溶液有关。

磁铁矿—金云母矿床定位与成因的复杂性, 使有可能毫不含糊地解决矿石的成因问题。仅仅这些矿物资源丰富的分凝作用的形成, 其重要作用就显得十分明显。某些矿床肯定可当作一种真正的铁矿石资源, 而另外一些以及金云母矿床, 其磁铁矿含量很低。

某些调查者早就推断断裂对于金云母矿床的分布起了重要作用。因此, 对角线正交网状断裂具有重要意义。如果考虑矿化作用的规模, 我们就会发现主要金云母矿化区局限于经、纬向挠动瞬变交切带结点上 (图4)。对角线系统对于规模比较小的矿床的分布具有重要意义。

曾有这样一种看法, 即断裂对真正铁矿床的分布的控制作用, 没有与矿床接触的花岗岩化区域的分布对形成矿床的影响大。然而, Evota—Ketkan 纬向隐蔽挠动带内所有最大矿床的产出位置已引起人们的注意, 该隐蔽挠动带也具有对金云母原生物质的聚矿作用 (参阅图4)。在这种情况下, 矿体向着纬向隐蔽挠动带与其它线性构造的交汇部位聚集, 后者也控制了金云母矿床的分布。这就表明, 正交挠动瞬变带在对铁矿床的分布可能比早先的看法具有更大的意义。

除了主要的金云母和铁矿床外, 太古代还以产有稀有金属、白云母矿化与水晶矿床为特

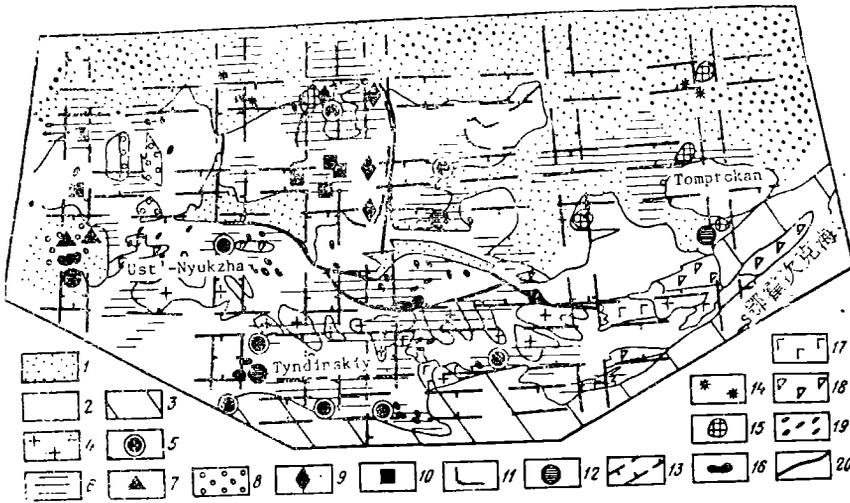


图4 阿尔丹—斯塔诺夫地区矿化作用分布

1—元古代—中生代沉积盖层; 2—太古代基底; 3—邻区; 4—斯塔诺夫侵入岩带; 5—12—成矿(区)带; 5—已知中生代地区; 6—中生代成矿带; 7—8—中、早元古代含铜硅砂沉积组合; 9—太古代主要金云母区; 10—太古代主要铁矿区; 11—太古代磁铁矿—金云母带; 12—其它类型的矿床; 13—聚矿构造; 14—20—聚矿构造标志; 14—元古代与晚古生代金泊利岩; 15—元古代和中生代具有古核的超基性—碱性侵入体; 16—元古代基性、超基性侵入岩; 17—太古代辉长—苏长岩; 18—辉长—斜长岩; 19—前褶皱期超基性岩; 20—主要太古代断块构造边界

征。根据地质、地球物理资料,水晶矿床位于正交的长期持续活动断裂与对角线系的交汇部位,并已经建立了长期持续活动断裂与对角线系交汇结点以及和经、纬向断裂交汇结点之间的关系。稀有金属、白云母矿化作用与这些断裂之间的关系不明显。伴随矿化的伟晶岩化及其分布受花岗岩化范围的控制。

第二个重要的成矿世代是早、中元古代时期。该区西北部含铜硫化物钛铁磁铁矿床与该时期的层状橄榄辉石辉长岩侵入体有关。类似的层状侵入体在该区其它地区(南阿尔丹和Getkan—Luchu线性构造)也发现,从而使这些地区具有找矿远景。

沿南阿尔丹挠动构造,有另一种重要类型的稀有、稀土金属矿化,该矿化局限于与Chuya—Kodar杂岩中的花岗岩和Ulkar槽地中的碱性花岗岩体有关的钠长玢岩、云英岩和伟晶岩中。根据文献资料,所发现的这些矿化带的规模限于矿化显示(Bilibina等),但是根据地质、构造特征,可以相信在这些地区能找到更大规模的矿床。

Kodar—Udokan槽地中的大型铜矿床局限于泥砂质沉积物中。铜金属的大量分凝作用显然与深成低温热液有关(K.L.Satpayev等,1972),因为用相反的理论或用原生沉积低品位矿石的成岩转换作用(V.S.Domarev等,1960、1966)来解释矿石的分凝作用是很难的(考虑到类似Khani—Oldong和Uguya地堑附近的Udakon槽地中的那些矿床,已找到了类似的沉积建造和杂岩相)。此外,挠动瞬变带范围外的地堑的位置可能具有决定意义,因为这些带作为从深处向上传导含金属热液的通道显然有助于形成深成低温热液矿床适宜条件的发育(后者可能使原生金属再流动)。

区内第三个也是最后一个成矿世代是中、新生代时期。主要金属是金,伴生有铅、锌、铜和钼,后者有时具有单独开采意义。中生代的矿产资源与侏罗、白垩纪岩浆杂岩有关。在北部,与阿尔丹火山、侵入岩有联系,在斯塔诺夫山脉,与活动终结阶段的花岗岩类小侵入体有关。由于继承中生代构造的新生代区域构造作用的结果,在证实有优势内生矿化的那些结点上,已形成了砂矿。因此,调查者在阿尔丹和斯塔诺夫地区已将这些结点范围标记古挠动带上。该古挠动带系与这个世代的著名矿床的分布有联系(参阅图4)。于

聚矿构造特征

在分析与挠动瞬变带有关的矿床产出的分布特征后,不可能不注意到晚期构造带中有许多构造体,其中也主要出现可采矿化。如上所述,这些带中许多矿床的聚矿、形成和分布与这些构造—断错带有关,这就使之可以把这些断错带归属聚矿类型范畴。这里我们初步划分了南阿尔线性构造组,该线性构造对矿床系列与有远景的稀有金属分凝区的分布有关。对该区的研究尚不充分,从这些线性构造中区分出聚矿与非聚矿型构造的工作迄今未能成功,所以,通常把南阿尔丹带看作是一个聚矿单元。

聚矿范围包括阿尔丹—斯塔诺夫地区的Idyum和Maymakan东部线性构造。虽然区内有实际意义的矿床很少产出在这些带内,然而它们与邻区一系列著名汞矿体的分布有联系。

在大多数情况下,对延伸至邻区的其它聚矿构造的成矿意义也已认识。例如贝加尔—Patom高地众所周知的金矿床群局限在北斯塔诺夫线性构造的西延部分。Mogot—Arga线性

构造与纬向带金矿床的分布有关,该金矿带从斯塔诺夫区延伸至蒙古—鄂霍次克褶皱区边缘。Evoto—Ketkap 和 Getkan—Lucha 线性构造与 Kamchka 上的 Ozernovo 和 Icha—Ariadnovo 隐蔽挠动带有关,后者具有聚矿意义 (N.L.Shilin 等, 1979)。

作者的工作可能有促于挠动瞬变带内主要矿结多组合性质现代理论的建立。这样,关于含铁石英岩层状矿层的范围、矿岩中铜矿石的分凝作用、具有砂矿的金矿点以及对这些矿带的热液矿化的总结皆是新的。

从那种与有关隐蔽挠动瞬变带的关系已被识别的不同时代杂岩分布的大量特征中,我们只选择了那些适合聚矿构造的特征。这些特征确很理想,因为它们可以在包括产出矿床最多的那些带中大体得到解释 (Siligla 和 Tipton)。可是它们出现在所有聚矿带中,它们是褶皱前超基性岩体和辉长—斜长、辉长—苏长岩体、早元古代层状基性—超基性侵入岩体、晚元古代超基性—碱性侵入岩体和金伯利岩以及古生代、中生代金伯利岩和中生代具有纯橄岩核 (古?) 的中心型碱性侵入岩特征的概括。

此外,一些考虑中的构造由于其自身在决定阿尔丹—斯塔诺夫区 (南北阿尔丹、Amga 和 Tipton 线性体) 和许多情况下在其邻区 (Evoto—Ketkap 的延伸区,南阿尔丹、Getkan—Lucha 带) 从太古代到新生代构造岩浆成带现象中的重要作用也已识别。

区分了阿尔丹—斯塔诺夫区的一个正交瞬变线性构造系。性构造穿切构造组合带横越该区插入邻区,反映了早太古代已发育的地壳构造的不均衡性。作为活动断块系的瞬变带,经过前寒武纪到新生代时期的继承得到了发展,该断块系可深入地幔和下部地壳岩浆作用带中。

隐蔽挠动瞬变带系中的聚矿构造以其产出的巨大深度和可穿透性而著称,超基性岩和金伯利岩产出其中与这种巨大深度有关。此外,这些构造在决定阿尔丹—斯塔诺夫区 (有时在邻区) 岩浆构造分带中起了主要作用。因此,隐蔽挠动瞬变带的这种特有的部分特征作为源自地幔的金属物质及携带它们的边缘断块 (它的多联合性) 中的各种岩浆、矿化作用的通道并在其中具有注定要形成各种重要矿床的可能性,即其聚矿作用。

(陈硕彦译自《International Geology Review》1983, Vol. 25, №. 7, 马祖望校)

* * * * *
* 地质新知 *
* * * * *

我国磷矿资源特点

据《中国地质报》报道,我国磷矿资源在分布、赋存和质量等方面具有四大特点:

1. 磷矿储量分布不均衡。云南、贵州、四川、湖南、湖北是我国的主要磷矿基地,约占全国总量的 77%,现全国有 80% 磷矿产自这些地区。
2. 磷矿以中、低品位为主。高品位磷矿仅占总储量的 8.6%,且主要集中在云南、贵州,其中品位大于 32% 以上、有害杂质低的优质磷矿不足 2.3%,而 P_2O_5 含量小于 11% 者就约占 32.6%。
3. 磷块岩储量大、杂质含量高。在工业储量中,主要是沉积型磷块岩矿床,占总储量的 70% 以上,而 30% 的磷块岩矿石杂质含量较高。
4. 磷矿层不但大部分呈倾斜、缓倾斜的薄—中层矿体,而且多赋存于灰岩中,且顶底板常为白云岩。