

贝尼奥夫带与岩浆矿床的成矿作用

太平洋与亚洲大陆之间的贝尼奥夫带，是控制地槽岩浆活动和成矿作用的纲要性构造。

文章阐述了岩浆活动和成矿作用的发展史，以及岩浆矿床与贝尼奥夫带在区域上的空间关系。

由太平洋方面向塑性的大陆壳下层位深深切入的断裂构造带，称为贝尼奥夫带。贝尼奥夫在本世纪五十年代曾根据太平洋沿岸深源地震资料确定了这一构造带的位置。

在贝尼奥夫带上，有一系列异常的地质和地球物理现象。在地球表面，贝尼奥夫带是绵延于大陆边缘上的一条狭长的海槽。在这里，现代火山活动十分频繁，因而在海槽和大陆之间出现了一连串由火山峰构成的岛弧。

贝尼奥夫带是一个强烈的地震活动带。深源地震震源的定位清晰地反映出贝尼奥夫带是以 $30\sim 60$ 度（平均 45 度）角向大陆一侧倾斜的曲面。这些震源可分为三组：（1）深度不超过 60 公里的；（2）深度不超过 250 公里的；（3）深度可达 700 公里的。同时，贝尼奥夫带也是一个狭窄的重力正异常、磁力正异常和地热带。

贝尼奥夫带的一个重要特征是：在切入壳下层位时，它的倾角急剧增大。由于倾角

有这样的变化，不论沿贝尼奥夫带产生逆掩断层还是下逆掩断层性的错动，它在地幔上部和地壳中的较缓部位就会开启，活动性极大的深源物质即由此侵入地表。

贝尼奥夫带的空间形态已表示在图1上。

有许多学者对大陆与太平洋接壤处的地质构造非常注意。在Г. 肯布尔采夫、B. 马格尼茨基等地球物理研究者和 A. 查瓦里茨基、A. 马拉库舍夫等岩石学者以及 E. 阿尔甘、Г. 施里列、M. 凯尹、Ф. 金格、B. 别洛乌索夫、A. 裴伟等构造学者的著作中对此都有论述。

近年来，这样的构造（其中最主要的是贝尼奥夫带）又引起了矿床成因和区域成矿规律研究专家的注意。在他们的文章里，贝尼奥夫带被视为可在以往的成矿时代中作为火成岩和与之伴生的岩浆矿床物质来源通道的地质构造。

在其漫长的发展过程中，这种断裂构造有时处于张力作用之下，因而使地球深处的物质容易通过；有时则处于挤压作用之下，从而使这类物质难以通过。

在本文中，我们将概略地论述一下贝尼奥夫带在成矿过程中的作用。为此，作者将按贝尼奥夫带模型来研究今日的太平洋南部沿岸和远至古生代的高加索、乌拉尔的成矿作用，以剖视岩浆矿床的形成过程。为了把贝尼奥夫带模型引用到岩浆成矿作用问题上去，我们首先分析一下日本的现代成矿作用和晚第三纪成矿作用，亚洲太平洋沿岸新生代、中生代成矿作用，高加索新生代、中生

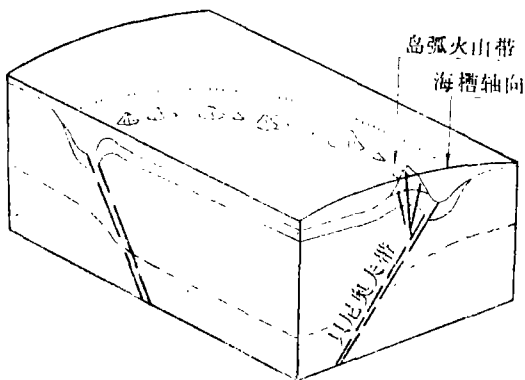


图1 贝尼奥夫带、海槽和岛弧火山带关系示意图

据G. 翁布格列夫

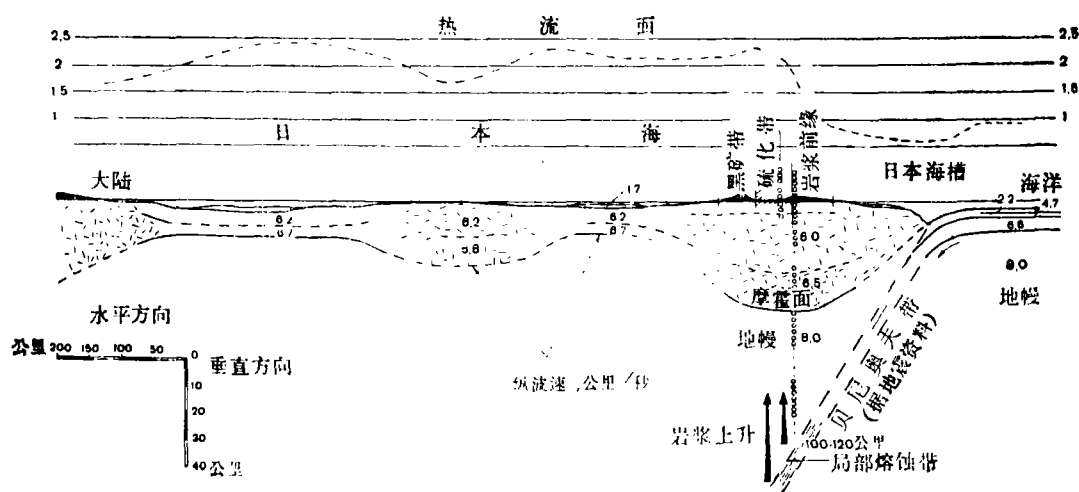


图2 贝尼奥夫带与日本黄铁矿型矿床关系示意图 (据西胁亲雄)

代和古生代成矿作用和乌拉尔古生代成矿作用, 然后再把这些材料归纳起来, 以得出关于贝尼奥夫带模型与成矿规律关系的结论。

区域地质概述

日本的晚第三纪和现代矿床。在太平洋西部沿岸, 贝尼奥夫带在地表的出露位置可根据岛弧前缘的拗陷带清晰地分辨出来。它在深处的位置则可按照南面的火山带前缘和地震震源确定。西胁亲雄 (1972) 发现日本的矿床与太平洋沿岸岛弧带的这些特殊的地质条件有十分密切的关系。这种关系在于: 日本中中新统火山岩中著名的“黑矿”型黄铁矿矿床都分布在贝尼奥夫带以西约250公里并与现代火山带相平行的狭长地带。在它们之下的100~120公里深处, 就是贝尼奥夫带深源地震震源 (图2)。由此我们可以得出以下结论: 贝尼奥夫带在地史中 (至少在第三纪) 就已存在, 并于当时为赋存黄铁矿型矿床和氧化铁、锰矿床的绿色岩系的形成提供了火山喷溢物质来源。在当时和稍后形成的火山热液金银矿带也平行于黄铁矿型矿化带, 并与晚第三纪贝尼奥夫带有着同样的关系。最南面的火山岩型硫化矿床和硫磺矿都赋存在现代火山岩带内, 并与贝尼奥夫带的现有位置一致。

西胁亲雄认为, 这样的状况可能早在古生代就有过。当时形成了赋存在古生代火山岩系中的黄铁矿型矿化带。

把这些观察结果推广于整个太平洋西岸后, 西胁设想了岛弧、海槽和贝尼奥夫带与矿床分布规律的相互关系。他认为在海洋中有一系列赋存在玄武质火山岩中的矿带大体与岛弧带平行。在它后侧的大陆边缘, 是赋存在花岗类岩浆岩中规模巨大的锡、钨矿带。西胁指出, 太平洋东侧美洲沿岸的科迪勒拉山系和安底斯矿带也有类似的状况。关于美洲大陆内生矿床分布规律同大陆——海洋过渡带基本地质条件的关系, 在盖依尔德 (1972) 和西利托埃 (1972) 的著作中已有论述。

太平洋环带西部中生代和新生代矿床。Л. П. 左年沙因等人研究太平洋成矿带中生代和新生代的构造、岩浆活动的工作成果 (1973) 与上述关于日本晚第三纪和新生代成矿带同贝尼奥夫带关系的论点是一致的。Л. П. 左年沙因认为, 切入西伯利亚地台并逐渐往太平洋方面东移的贝尼奥夫带的发展过程可划分为三个阶段。

第一阶段为中生代早期, 即侏罗纪—白垩纪, 它显然可称为基米里期。这时, 贝尼奥夫带在地表呈优地槽中的岩浆带, 它由安

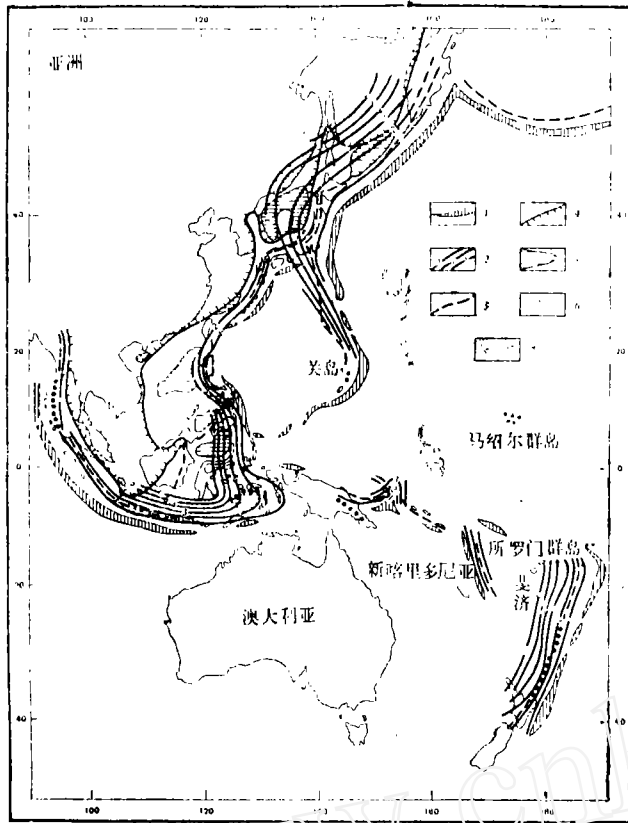


图8 成矿带与太平洋—大陆地质构造关系示意图

1—海槽；2—贝尼奥夫带深度（1、2、3……分别为100、200、300公里）；3—新生代火山与海洋型地壳中平行的火山岩型矿化带；4—推测的白垩纪和早第三纪大陆沿岸；5—岛弧和大陆之间的海洋型地壳；6—锡、钨、钼成矿带；7—同上，有第三纪火山活动

纽依地区南延至锡霍特山脉、台湾和加里曼丹。

第二阶段为中生代后期，即晚侏罗世—早白垩世，它相当于阿尔卑斯旋迴。这时，贝尼奥夫带是优地槽中的火山岩带，它已东移至品仁—安纳得尔地区、库页岛、北海道和本州。

第三阶段为晚白垩世—早新生代。这时，贝尼奥夫带为优地槽中的火山岩带，它继续东移至科里亚克、堪察加、日本和菲律宾一带。

在所有这些玄武质火山岩分布地区都有着典型的黄铁矿型铁、铜、锌和氧化铁、锰等火山沉积和火山—交代矿床。在同一范围中还见有铬铁矿和钛磁铁矿等岩浆矿床。Л.П. 左年沙因发现，贝尼奥夫带在地表相当于优

地槽中的火山岩和有关的金属矿带，它有特殊的地质构造分带和与之相联系的岩浆岩及其伴生的岩浆矿床。

这样的构造分带由一个时代到另一个时代不断重复出现，这就保证了整个成矿势态的持续性，使之不依时代而变迁。这些构造分带由岛弧向大陆方向依次为：

1. 优地槽带，有玄武质火山岩和侵入体，并伴有前述的火山岩交代型、火山沉积岩型和岩浆型矿床。

2. 背槽带，有轻微的岩浆活动迹象和内生成矿作用特征。

3. 花岗类岩带，有花岗质侵入体和火山岩及其派生的锡、钨、铅、锌、铜、金等岩浆期后矿床。

4. 碱性岩侵入体和火山岩带，有岩浆期后稀有金属矿床。

5. 远成热液带，有铋、砷、汞矿床。

上述构造分带和矿床分布规律见图4。

作者认为，在各个地质旋迴中，这些构造分带不是一下子就产生的。

在各个旋迴的初期，沿着贝尼奥夫带的出露部位形成了玄武质岩石和与它有关的矿床的优地槽带。在它的末期，发育了花岗类和碱性岩浆以及与之有关的成矿作用。Л.П. 左年沙因认为，向贝尼奥夫带上盘分叉的横向大断裂是十分重要的地质构造，它们控制着花岗类岩浆和碱性岩浆以及与之有关的岩浆期后矿床的分布（如图5）。

高加索的古生代、中生代和新生代矿床。把贝尼奥夫带模型推广到高加索的岩浆活动和成矿作用的尝试的依据是这个规模巨大的褶皱带的人所共知的下述特征：在地质史中，由北向南有规律地产生和消逝着比较浅成的玄武质火山岩带和与之共生的金属矿床，其中有代表性的是黄铁矿型矿床。这些

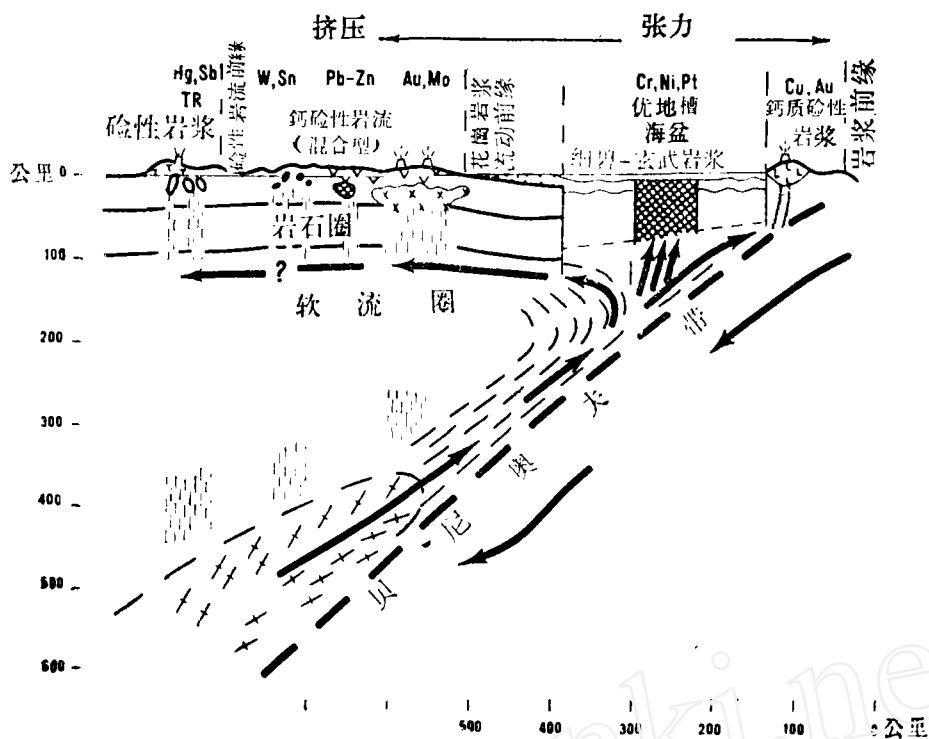


图4 太平洋环带西部的岩浆活动和成矿作用 (据H. H. 左年沙因)

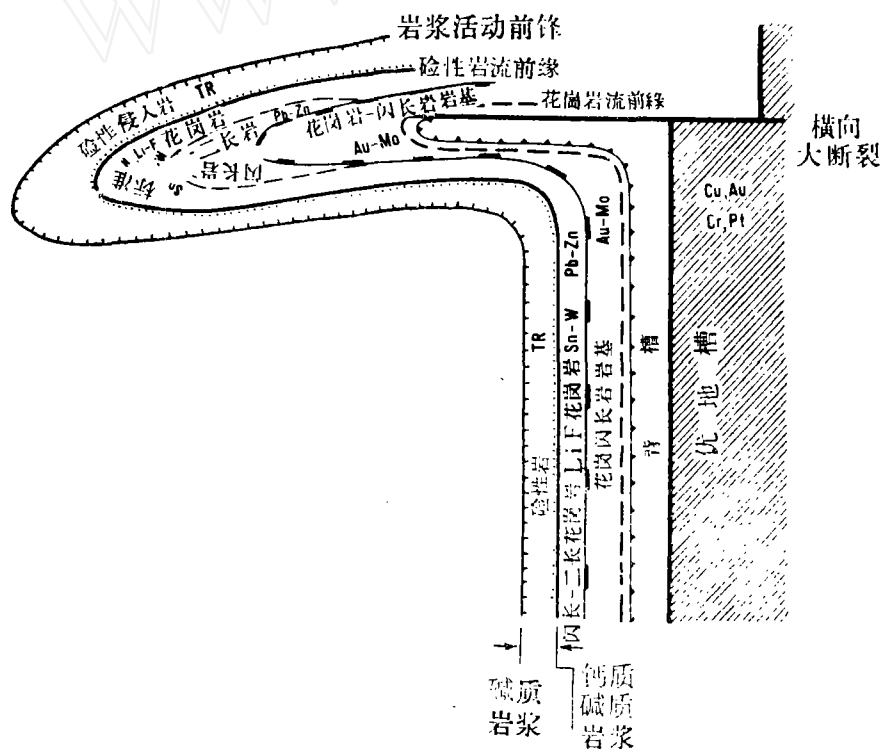


图5 花岗岩和碱质岩浆以及有关的成矿物质通过横向大断裂示意图

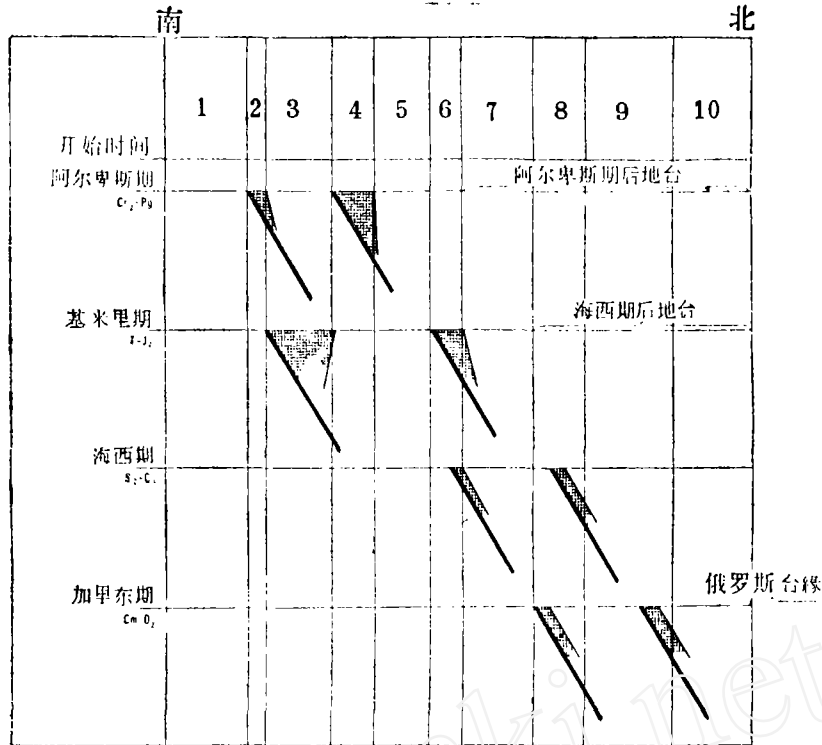


图6 由加里东旋迴至阿尔卑斯旋迴成矿火山活动带的位移

按貝尼奧夫模型拟绘的示意图

图中数字表示的地名为：1—米斯汗-赞格祖尔地带；2—谢万-库尔基斯坦地带；3—索姆希托-卡拉巴赫地带；4—阿查尔-特里阿列特地带；5—外高加索；6—南坡；7—主脉；8—前缘脉；9—北坡；10—前高加索

岩带在加里东、海西、基米里和阿尔卑斯等几个旋迴的早期依次地发生、发展和消亡。在这当中，每一个旋迴的火山活动带沉寂后，在它南面又会产生下一旋迴的同类火山活动带（图6）。

北坡和前缘脉的变质火山岩带形成于加里东旋迴。北坡的火山活动止于下古生代，而在前缘脉中它又重现于海西旋迴初期，并造成了乌鲁普、忽得斯等黄铁矿型矿床。与此同时，南坡的火山活动带开始形成，它们在前缘脉火山活动沉寂后又在基米里旋迴早期发展起来。这时，形成了规模巨大的索姆希托-卡拉巴赫火山活动带。阿尔卑斯旋迴之前，火山活动又继续南移，形成了谢万-库尔基斯坦岩浆活动带。在所有这些地方，同样有阿拉维尔答、卡番、马格涅乌尔等典型的黄铁矿型矿床，其次则有达什凯桑砂卡岩型磁铁矿床、朔尔日阿格铁矿床和阿腊马

萨德钦磁铁矿床等岩浆矿床。

所有这些构造分带中的岩浆都是由壳下玄武岩浆派生出来的。它们的火山岩相主要有海底玢岩和细碧角斑岩。黄铁矿型矿床硫化物中硫的同位素分析表明，它们都一律来自壳下的岩浆源（格里年柯，1973）。

控制着高加索火山岩带的断裂构造的倾角我们尚未充分掌握。但由于这些深大断裂是高加索境内地幔物质和与之有关的成矿物质达到地壳上部的通道，而且又有现代的贝尼奥夫带可以参照，所以我们能够设想，它们是向北倾的，即首先切入俄罗斯地台，然后又通向与之紧接的年青的海西期和阿尔卑斯地台。引人注目的是：每一个旋迴的火山活动带皆成对出现；当北面的地带沉寂时，南面的地带又在下一个旋迴活跃起来，并同时在更南面产生另一个分带，因而再次形成一对分带。地槽的岩浆活动和成矿作用

就这样跃迁式地向南推移。越来越扩大的俄罗斯地台边缘的构造活动、岩浆活动和成矿作用,使完成褶皱作用的年青地台上不断有内生矿床形成(特瓦尔契利泽,1972)。

乌拉尔古生代矿床。出露于乌拉尔的古生代绿色岩带有4条,它们由火山变质岩和玄武质侵入岩构成(图7)。新近获得的资料表明,这些厚大的层位底部主要是辉绿岩及其上复的钠长斑岩,在它们的上部则是与岛弧上的岩石相似的安山-玄武岩(伊凡诺夫,1972)。在绿色岩带中有着重要的乌拉尔黄铁矿型铜锌矿床和矽卡岩型磁铁矿床。它们的成矿时代从寒武纪直到下石炭世。在这个过程中,火山活动中心和与之有关的成

矿作用逐步由西向东移动。所以在乌拉尔西部有志留纪黄铁矿型矿床,在其中部有泥盆纪黄铁矿型矿床,而在其东部则有以下泥盆世黄铁矿型矿床。可以预计,当火山活动和与之有关的成矿作用按贝尼奥夫模型发育时,这种分带开始出现于乌拉尔西部,然后依次向东移动。C.H.伊凡诺夫(1972)、M.B.波罗达耶夫斯卡娅和A.M.克利夫左夫(1974)等人也持有类似的观点。这些构造分带原有的倾斜方向还不清楚。但由于贝尼奥夫带通常向与倾向相反的方向移动,它们肯定向西倾斜,并向俄罗斯地台切入。在这种情况下,乌拉尔上古生代花岗类岩体多分布于最晚期的贝尼奥夫带上盘是理所当然的。

与此同时,在乌拉尔发现的区域性逆掩断层却具有与按贝尼奥夫模型做出的上述推论相反的倾向(伊凡诺夫,1972)。所以,乌拉尔的构造条件还不能认为已彻底弄清。

K. 迪克逊和G.皮列依拉(1973)认为,乌拉尔的火山活动和与之相关的矿床所处的构造带位于一个构造板块之中,后者一直延续到伊朗境内。

基本发展过程

把贝尼奥夫模型推广到岩浆成矿作用理论中去,并不推翻关于褶皱带内岩浆活动和成矿作用的现有基本概念。当然,也将使它得到显著的改观。关于褶皱构造带及其成矿作用的三个主要发展阶段的理论将继续存在下去。

第一阶段。它的延续时间最长,包括了地槽发展过程的四分之三。在这一阶段中,地壳经常处于张力作用之下,因而使地球深部的熔浆及其各种产物能够进入它的上部层位。这时,在海洋型地壳上沿地台边缘产生了贝尼奥夫型深大断裂。沿着这些断裂产生了区域性海底玄武质火山喷发,并伴有同一成分的熔浆侵入。这种喷发物的总厚度可达数公里。这也说明,充填了火山岩的线性构造带有显著的下沉。这时,产生了一个巨大的火山岩建造和三个大侵入岩建造,并伴有

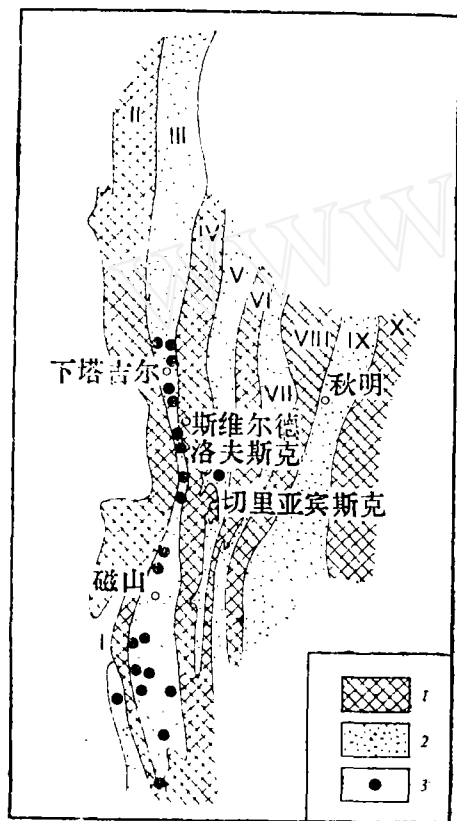


图7 乌拉尔地槽火山岩带和黄铁矿型矿床分布示意图

I—查拉依尔拗陷; II—中部乌拉尔隆起; III—塔吉尔-磁山拗陷; IV—东乌拉尔隆起; V—东乌拉尔拗陷; VI—卡米什洛夫-马利隆起; VII—塔利茨-哲梯卡林拗陷; VIII—沙德林-特洛依茨克隆起; IX—秋明-库斯坦奈拗陷; X—托博尔斯克-库什木龙隆起; 1—隆起; 2—拗陷和火山沉积岩; 3—铁型矿床

典型的金属矿床。这些建造如下：

1. 海底火山细碧角斑岩和玢岩，带有火山岩交代型和火山沉积型矿床，如黄铁矿型铜、锌、铅矿床，重晶石矿床和氧化铁、锰矿床。

2. 橄榄岩建造，有铬、钼、铌等岩浆矿床。

3. 辉长岩-辉岩建造，有钛铁矿矿床，铂、钯等岩浆矿床。

4. 斜长花岗岩-正长岩建造，有铁、铜砂卡岩矿床。

由于有均一的岩浆源，世界各地火山岩成矿带中的岩浆岩和与之有关的金属矿床有出乎意料的一致性，而不取决于地质时代的差异。只是较老的矿床变质程度较深，年青的矿床变质程度较浅而已。

上述所有含矿建造的岩石既然来自深源玄武岩浆，它们就多半与地幔物质的直接侵入有关。它们在侵入过程中受到了不同程度的分异，并伴有随之而来的岩浆期后碱质自变质和他变质作用。火山喷出口附近的拗陷可能是由于岩浆溢出后出现的沉陷。在第一阶段的后半期，这种拗陷可扩大到邻区，特别是贝尼奥夫带的上盘，并波及相邻的地台。但是在一般情况下，第一阶段的火山活动不能包括这个范围，在边缘拗陷中只充填了大量陆屑和溶液沉积物。例如，还在地槽发展的早期就已形成优地槽型（亲玄武质海洋型）和冒地槽型（亲花岗质大陆型）岩带，这就决定了它在成矿作用中的最终面貌。

第三阶段。褶皱运动中这一重要而短暂的时期与第一阶段显著不同，但在褶皱区的发展过程中却起着同等的决定性作用。

在这一阶段，地质条件和地槽发展过程有所回返。绿岩岩壳从主要是拉张的状态转变为主要是挤压的状态。相对平稳的侵入、喷发和沉积作用后出现剧烈的构造变动。这时，冒地槽和优地槽各自处于不同的状态中。在褶皱运动的背景条件下，冒地槽常发生回返变动，使复向斜变为复背斜。在优地槽中，一般无这种回返现象，构造应力仅造

成大范围的紧密褶曲、挤压变动和逆掩断层。在这一阶段，优地槽中岩浆活动的各种迹象已不存在，而在冒地槽中则有十分活跃的花岗类岩浆侵入作用，产生了钠钾质岩基。

大多数赋存在优地槽中的产生于第一阶段的岩浆矿床与围岩一起受到区域变质作用和构造形变，而主要赋存在冒地槽花岗类岩体中的第二阶段岩浆矿床由于刚刚产生，所以没有受到强烈变质。

对于第二阶段整个地质条件回返的原因还没有十分满意的解释。对于在这以前优地槽玄武岩浆活动变为冒地槽花岗类岩浆活动的原因也没有非常充分的说明。然而，如果多数人认为第一阶段的玄武岩浆是地幔熔融体沿贝尼奥夫带上升的结果，那么花岗类岩浆就很可能源出于再生作用，即形成于相邻地带（特别是贝尼奥夫带上盘）炽热的碱性溶液到达的部位。岩浆活动的这种位移可能是由于在地槽旋回的第二阶段中贝尼奥夫带经常受到挤压作用而呈闭合状态，没有必要的渗透性，以致深部的物质不得不绕过它们，取道上盘及其附近的构造裂隙上升。

花岗岩化的趋势只是出现于第一阶段的末期。这时，在火山期后碱性溶液的作用下，优地槽火山岩和其他岩石发生了明显的碱性交代作用。但是，由玄武岩并不能产生典型的花岗岩。它们只是在以后才形成于冒地槽中主要为碎屑岩层的范围内，这种岩层的成分很接近于花岗类岩。在地槽旋回第二阶段产生的这种钠钾质花岗岩（再生花岗岩岩浆）必须与在第一阶段由玄武岩浆派生出来的钠质花岗岩严格地区别开来。在第一阶段的斜长花岗岩带中常有铁铜砂卡岩矿床。在第二阶段的花岗类岩中最有代表性的矿床是伟晶岩矿床、云英岩矿床和高温热液锡钨矿床。与它们共生的还有其他金属的砂卡岩型和热液矿床，它们的成分由于地域和褶皱带的不同而不同。这一规律与下述认识是完全一致的：冒地槽花岗岩是再生的，是由沉积岩同化而来的，它们在不同的地区有不同的成分和不同的浓度。

第三阶段。在褶皱区的发展史中,这一阶段的时间和地质作用的性质都较少为人了解。即便如此,也还是可以根据一些迹象断定它的存在。这一阶段从褶皱运动主要活动结束后即开始,并延续到下一地质旋回之前。在这以前,活动地带的岩石已被揉皱和压紧。构造形变的主要表现形式为巨大的断层。其中一开始就起主要作用的不仅有纵断层,而且有横断层。它们通过刚完成褶皱运动的地区,越过它的范围通向地台边缘,并使构造运动和与之有关的岩浆活动和成矿作用以相应的形式固定下来。整个构造运动的格局变得复杂起来,产生了地垒式的隆起和迭加的拗陷。在这一阶段中,形成了以下两个岩浆岩建造和与之相关的矿床:

1. 成分复杂的中深侵入岩建造, 伴有云英岩型、矽卡岩型和热液金属矿床。

2. 主要为安山-二长岩和流纹岩成分的喷出岩(常为地表喷出岩)建造, 伴有火山热液矿床。与这类岩石建造有关的是大多数岩浆期后(特别是热液型)有色、稀有、贵金属和放射性金属矿床。

在这以前, 贝尼奥夫带已不成其为统一的控制岩浆活动和成矿作用的地质构造。岩浆活动和成矿作用已遍及揭露岩浆源的无数小型构造。它们在不同的高程上揭开了不同成分的岩浆源, 使第三阶段的岩浆岩和矿床的成分十分多样化。

区域性分带现象。在活动的地槽的改造过程中, 在相对稳定的褶皱区内, 由于区域成矿带的控制, 使岩浆金属矿床的分布有一定的规律。这一问题过去已经有过详细的论述(斯米尔诺夫, 1965)。在这里, 十分重要的是指明产生于地槽发展过程并决定着金属矿床在区域上的分布规律的以下三个构造单元: (1) 优地槽带或第一阶段构造带; (2) 冒地槽带或第二阶段构造带; (3) 第三阶段的控矿断裂构造体系。

在海洋型地壳上从地槽期一开始就产生的、具有来自地幔的玄武岩以及与之有关的岩浆矿床和火山期后矿床的优地槽带, 非常

明显地见于世界各地绝大多数褶皱地区。

基本上产生于大陆型地壳主要的褶皱幕中的、有再生花岗岩和岩浆期后金属矿床的冒地槽带的边界虽难于很明确地划定, 但在多数褶皱地区仍可在相当程度上肯定它的存在。

产生于褶皱运动末期的不同规模和不同方向的断裂体系不仅见于优地槽, 而且也见于冒地槽和相邻地台的边缘。这种构造体系不拘谨于同其他成矿带相间的狭长地带。

与传统的成矿规律的关系。按照贝尼奥夫模型来认识成矿作用过程的上述论述, 只不过是吸取了地质学和地球物理学最新成果后得出的观念。作者并不排斥其他的见解, 例如关于地槽岩浆活动和成矿作用的传统理论, 以及其他与之有所不同甚至完全相反的理论。但是, 上述分析已十分清楚地表明, 贝尼奥夫模型应用于成矿理论并不违背关于地槽岩浆活动和成矿作用的传统观念, 而只是使它向前发展, 把它与地质学和地球物理学的目前状况统一起来。也许在某些情况下, 决定着漫长的地槽区岩浆活动和成矿作用的构造纲要不是贝尼奥夫带, 而是其他什么基本构造单元。不过这在目前还很难确定, 也无从予以分辨。

由于贝尼奥夫带是板块构造假说中最关键的问题, 所以很容易给人造成这样的印象: 似乎按贝尼奥夫模型做出的成矿规律分析, 是引用了这一假说, 并且进一步巩固了这种最新出现的关于地球构造的理论。为了防止这样的误解, 作者须要坦率和断然地指出, 关于贝尼奥夫带具有控矿作用的地槽成矿论并非源出于板块构造假说, 它尤其不是这一假说的组成部分, 也不能为巩固这种地质学中最新流派的论点提供任何帮助, 它完全可以独立于板块说而存在。

结 论

1. 由太平洋切入亚洲大陆的贝尼奥夫带可根据深源地震震源、重力异常、磁力异常
(下转第40页)

选矿技术指标要求,磁选铁精矿含铁应高于60%,铁的回收率应大于85%。因此,在进入磁选流程的原生矿石中,磁铁矿矿物含量也应不少于85%。从表1可以看出,“磁性率”大于3.5时,赤铁矿含量过高,不宜进磁选流程。磁性率为2.7~3.5时,磁铁矿含量偏低,磁选效果将不能保证。只有在“磁性率”小于2.7时,才可望达到上述指标。可见,表1中的第三方案比较适应选矿工作的需要。

在鄂东一些矿区,矿石中除了磁铁矿和赤铁矿外,还有一定数量的菱铁矿。有的矿区过去曾按表1中第三方案将含有多量赤铁矿和菱铁矿的矿石也划为“原生矿”(实际上是混合矿)。结果,这种矿石进入磁选流程后,回收率达不到既定指标(表2)。从图2中可以看出,在“磁性率”相等时,磁铁矿、赤铁矿和菱铁矿的含量之比可以不同。按照选矿指标要求,原生矿石中磁铁矿矿物含量应不少于85%,它相当于图2中 Fe_3O_4 — Fe_2O_3 系列中的M点($\text{TFe}/\text{FeO} = 2.72$)和 Fe_3O_4 — FeCO_3 系列中的N点($\text{TFe}/\text{FeO} = 1.93$)以上的区间。在“磁性

率”为1.93~2.72时,既可为原生矿,也可为混合矿。而在“磁性率”小于1.93时,不可能为原生矿,只可能为混合矿或菱铁矿。因此,在这些矿区,为了正确确定矿石类型,必须做出矿物鉴定,研究矿石的结构构造,进行物相分析和磁性分析。单纯根据“磁性率”来划分矿石类型是不行的。

在化学分析时,如果溶样方法不同,同一矿石“FeO”的含量也不同。含硫高的矿物(如黄铜矿等)也能使一定数量的三价铁变为二价铁,从而使“磁性率”偏低。所以,即使在矿石中菱铁矿含量极少时,也只有排除了这些干扰因素之后,才能按“磁性率”来划分矿石类型。

矿石中有硫化铁和硅酸铁这些难溶的二价铁矿物时,算出的“磁性率”也要偏低。为了消除它们的影响,可按下式计算“磁性率”:

$$\text{磁性率} = \frac{\text{SFe}}{\text{FeO}} - (\text{TFe} - \text{SFe}) \frac{\text{FeO}}{\text{Fe}^{++}}$$

式中“可溶铁”SFe为全铁TFe与难溶铁的差值。

(上接第62页)

和地热场来标定。它分布于同深海槽和岛弧火山带并列的地域之上,这是能使地球深部内生成矿物质升入地球上部层位中的通道。

2.贝尼奥夫带是一种纲要性构造。正如在太平洋环带、高加索和乌拉尔所见的那样,它控制着古生代、中生代和新生代地槽的岩浆活动和成矿作用。

3.在地槽发展过程的第一阶段,沿着海洋型地壳上的贝尼奥夫带形成了优地槽,发生了玄武岩浆活动和与之相关的成矿作用;在第二阶段,在大陆型地壳上即贝尼奥夫带

的上盘形成了冒地槽,产生了花岗岩浆活动和相应的成矿作用;在第三阶段,出现了不同方向的断裂体系,它切穿了优地槽、冒地槽并扩张到地台区的边缘。

4.用贝尼奥夫模型来研究地槽岩浆活动和成矿作用仅仅是一种基础性的工作,这并不排斥还可以采用其他方法来从事这种研究。

永江译自《Геология рудных месторождений》, 1974, № 1