

苏联的成矿带、成矿省和成矿期

D. V. Rundquist

序 言

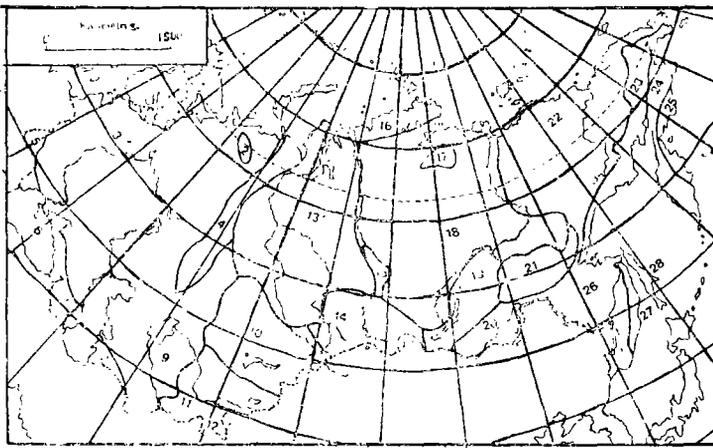
在苏联，从古绿岩带到近代火山岩区所有主要构造类型都可以找见。这些多种多样类型的地质构造均伴有各种不同的矿产。苏联地质学家们经过多年的研究已对矿产成矿省和区域分布格局有了认识。各种成矿作用图件亦已编出。成矿研究的原则和方法系在五十年代及六十年代由一些知名苏联科学家所创立和推动的。

苏联的成矿研究主要建立在对矿产形成史和地质史的透彻分析基础上。达到这个目的需要对不同地区的岩石组合及矿石组合中不断反复出现的特征为依据，才能明确地质作用和矿石的形成。地质作用和矿石形成的时空联系可以使矿石成生时期原貌得以重建。各种构造成矿带类型，可以连同它们在构造—岩浆活动褶皱带和地台区发展中的演化顺序建立起来。

成矿带和成矿省

在区域研究过程中划分出来的最大单位是成矿带和成矿省。前者是一种复合的、线状、狭长褶皱系统，可以追索到几百甚至几千公里。相反成矿省是等轴状构造，相当于早期固结岩块（地台），它包括褶皱基底的范围（图1）。

图 1 苏联成矿省



- 1—卡累利阿—科拉；2—泰门；
- 3—东欧地台；4—乌拉尔；5—喀尔巴阡；6—克里米亚；7—高加索；8—科佩特；9—里海—图伦地台；10—哈萨克斯坦；11—天山；12—帕米尔；13—西西伯利亚地台；14—阿尔泰—萨彦岭地区；15—萨彦岭；16—泰梅尔；17—阿纳巴尔地盾；18—西伯利亚地台；19—西外贝加尔地区；20—东外贝加尔地区；21—阿尔丹地盾；22—韦尔克霍扬斯克—楚科特卡地区；23—鄂霍次克—楚科特卡地区；24—科尔雅克—西堪察加地区；25—奥托—东堪察加地区；26—普里莫尔耶(海滨区)；27—锡霍特阿林火山带

在苏联分布最广的是乌拉尔—蒙古、地中海（阿尔卑斯）、太平洋成矿带以及新生代的非—亚成矿带。整个西伯利亚和东欧地台的大部分都在苏联境内。这些大的成矿单元的划分反映了苏联地质演化的主要特征。

地台的地质区和基底可以说明，早前寒武世时期矿床成因的模式（太古代到早元古代）（图2）。在乌拉尔—蒙古成矿带中有一次明显的侵位和成矿作用事件的特征，它发生于10亿至2亿年前（晚里非到古生代）。地中海成矿带显示褶皱带长期演化的构造和矿床模式，发生于10亿年到全新世。

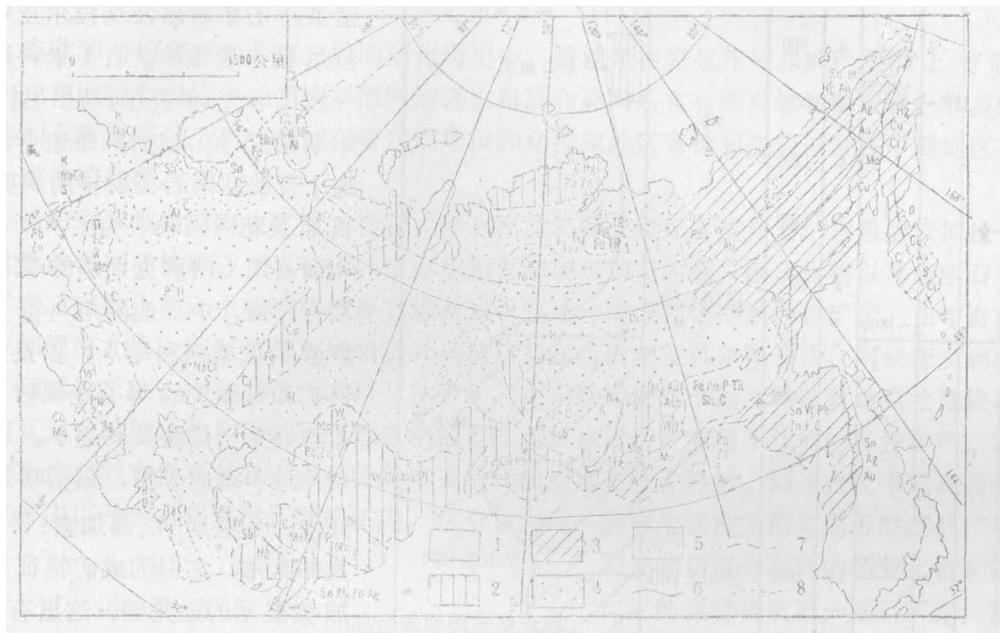


图 2 苏联主要矿床及构造

（新地台盖层覆于较老褶皱带之上）

1—地盾；褶皱带；2—里非—古生代；3—中生代—新生代；地台盖层；4—老地层；5—新地层；6—造山火山带；7—主要构造分区；8—主要矿区；Di—金刚石；Is—冰洲石；F—黄石；Fl—金云母；C—煤；Bc—褐煤；Sh—沥青页岩；TR—稀土

太平洋成矿带的构造，在古生代曾经历过台沟—克拉通周边演化阶段，具有显著的不同特征。直到中生代—新生代，这个地区才经历过典型地槽演化，具有早期和晚期断裂作用和初始及后期造山岩浆作用。

一般来说，根据它们岩层和矿床的特点，可以区分出来这些区域成矿单元在各个主要地质历史时期之间的差别（图3）。在这方面有特殊意义的界限是18亿年和2亿年，它们标志着古老和年青地台的地幔演化开始。

褶皱带成矿作用

乌拉尔—蒙古成矿带，包括季曼岭、乌拉尔、哈萨克斯坦、天山、阿尔泰、萨彦岭、外贝加尔、叶尼塞以及泰梅尔等褶皱系。该带特征是早期地壳发展阶段（裂谷作用、优地槽和

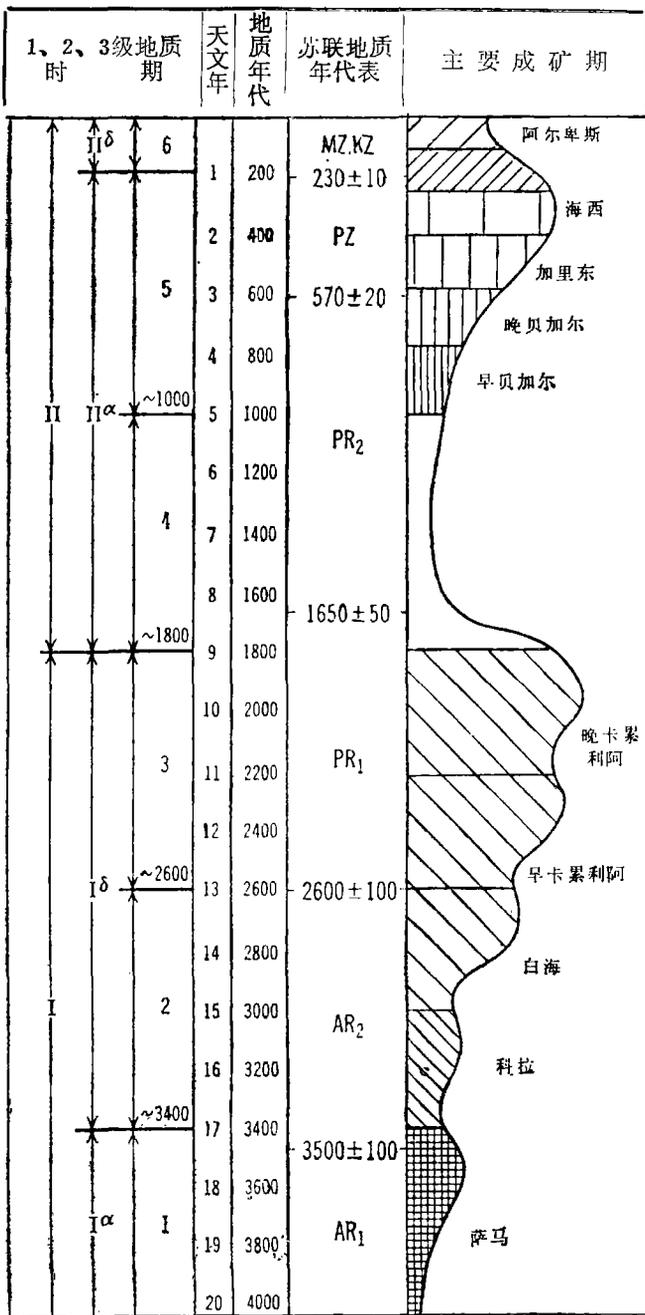


图 3 苏联成矿时期标准年代表

造山期以卡迪查兰和达斯塔克特特的斑岩铜—钼矿和泰伦姚斯(图1)以及戈尔纳雅—拉卡的浅成热液型钨—铋—汞矿床为代表性矿床。

太平洋活动带,可以区分出几种构造类型,例如近代外岛弧(千岛—堪察加山脉)、大陆造山火山—深成岩带(从科特卡到锡霍特亚林追索起)、内部活动带(外贝加尔)和靠近地台接联处的广阔的冒地槽区。这些构造带的成矿作用也是有显著差别。千岛、堪察加和科

二次地槽)的含矿地质建造分布最广。与它们有关的有些世界著名的矿床,其中包括乌拉尔铬铁矿、含铜黄铁矿及铜—铁—钛矿石;中亚阿尔泰地区铜和多金属黄铁矿石;乌拉尔和萨彦岭石棉;哈萨克斯坦阿塔苏的多金属铁—锰重晶石矿石以及乌拉尔及外乌拉尔矽卡岩磁铁矿石(索科洛夫—沙巴耶夫,卡查尔,马格尼托哥尔斯克、布拉戈达特、维索卡亚)。这个带的花岗岩类以早期云英闪长岩及花岗闪长岩为主,产有铁和铜—钼(哈萨克斯坦的塞雅特和孔拉德,中亚的阿尔与雷克,萨彦岭的索西科耶),以及含白钨矿和辉钼矿的稀有金属矽卡岩(哈鲁克—代隆及其他)。

地中海成矿带,包括喀尔巴阡山、克里米亚、高加索、科佩特及帕米尔,它们的成矿特征在高加索显示的最完整。这里有一个显著不同的金属分带,在一个以地壳发展不同时期和阶段,广泛分布着矿床为特征的多旋回演化模式中,有各种很不相同的矿化类型。该带在含页岩的薄地槽范围中有早期多金属黄铁矿床(菲里兹采、克孜勒、达雷);优地槽构造中卡范和马德纽里钼、多金属黄铁矿矿床,加格拉—扎瓦带的脉状重晶石多金属矿床。晚

尔雅基亚以产铜和铬矿石为特征，并伴有基性岩浆作用，而造山火山—深成岩带则在超覆于优地槽岩层带的部分以产金、银、锑、汞、铅—锌和锡（鄂木苏克坎）或铜和钼为特征。内部活动带则含有稀有金属伟晶岩、锡、锡—钨及云英岩（鲁耳廷），萤石（沃兹涅申斯科耶）以及含金石英脉和其他矿床。在冒地槽带范围内产有硫化物及硅酸盐—锡石（德普塔特斯科耶、埃格哈雅），金—锑（萨雷拉克）以及多金属矿床。

地台区成矿作用

东欧和西伯利亚地台在它们的演化历史中，特别是在岩浆作用和矿产规模上有很大差别。在东欧地台盖层中，于波罗的海地区志留系和奥陶系含有油页岩和磷块岩，靠莫斯科和奥涅加有石炭系铝土矿和煤，在喀尔巴阡山和乌拉尔地区有钾和盐岩以及在中部地区有铁矿—磁铁矿砂矿。

西伯利亚地台以内生矿床为特征，伴有泥盆纪及三叠纪岩浆作用。它包括安加拉—伊姆盆地的铁—镁铁矿砂卡岩矿床，诺里尔斯克和塔尔纳克的铜—镍硫化物以及金刚石和冰洲石矿床。在外生矿床中有独特的勒拿煤盆地以及地台南部涅帕穹窿的钾矿床。在年青西西伯利亚和里海北岸—图兰主要矿床包括外乌拉尔及西西伯利亚科尔帕舍沃、阿亚特及利萨科夫斯克鲕状铁矿床，图尔盖铝土矿以及钛砂矿。在东欧地台的卡勒兰科拉及乌克兰地块以及西伯利亚地台的阿尔丹和阿纳巴尔地盾中的前寒武纪地层中产有很不相同的各种矿产。其特征是分布广泛的含铁石英岩形成独特的太古代库尔斯克铁矿异常、阿尔丹及卡累利阿—科拉地区矿床以及元古代克里沃罗格矿床。在卡累利阿—科拉地区波罗的海的苏联部分产有佩钦加及蒙切哥尔斯克的镍硫化物矿床，希比尼的独特磷灰石—霞石矿床，高铝凯吉维蓝晶片岩，丘帕及劳基的含云母伟晶岩以及帕兰多沃与考托瓦拉的含铜黄铁矿。

在乌克兰地块以内，与碱交代作用有关的稀有金属矿化作用也分布广泛，例如那些变质石墨矿床。阿尔丹地盾是西伯利亚基底研究最深入部分。它以砂卡岩—磁铁矿及金云母矿床，碳酸盐岩中稀土复合体以及与晚期断层及地堑形成有关的煤田为特征。

在乌克兰地块以内，与碱交代作用有关的稀有金属矿化作用也分布广泛，例如那些变质石墨矿床。阿尔丹地盾是西伯利亚基底研究最深入部分。它以砂卡岩—磁铁矿及金云母矿床，碳酸盐岩中稀土复合体以及

构造—成矿带类型

苏联成矿研究的基本单元是构造成矿带（图4）。这要结合与地质建造在成

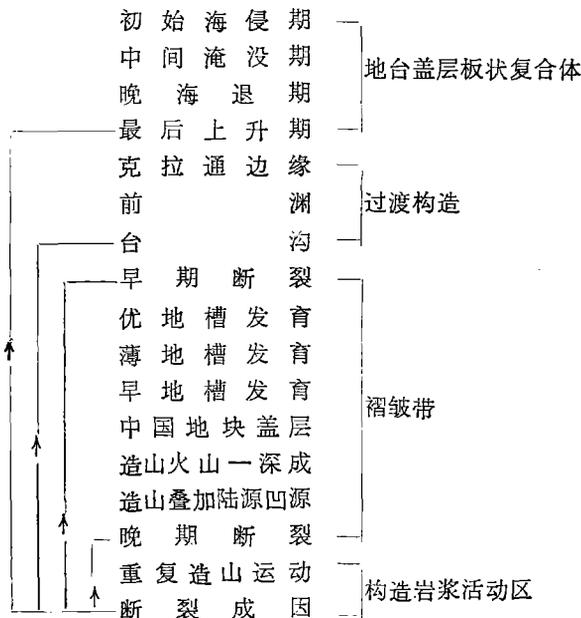


图4 构造—成矿带类型

因上有关的岩层出露情况以及与它们伴生的在构造演化的特定阶段形成的有关矿床。每一带中都含有不同成因建造，而且它们在有关矿床和分布模式方面彼此可能有所不同。因此，这些可以划分成“层状”（沉积及沉积—火成成因）、“穿切”（侵入及火山—侵入）、变质及风化作用（粘土残积物）等类型。总之，在苏联已经划分出87个构造—成矿带。这些带可以归并成如图5所示大单元。

地台盖层构造—成矿带

在这种类型的成矿带中，外生成矿作用可以很清楚与地台盖层演化各个时期相对比。在早海侵阶段像砾质物、灰砂岩和粘土堆积形成的磷块岩、钼—钒砂矿（奥陶系，波罗的海地区）、锰（渐新统，乌克兰）、钛铁矿以及伴生红层和次生硅质赤铁矿。中间海侵阶段的成矿带相当于海进最高点。它们包括陆源和碳酸盐建造、油页岩（奥陶系，波罗的海），萤石（石炭系，莫斯科台向斜），次要层状铅—锌矿及鲕状铁矿。

晚海退期成矿带含有钾盐、硼矿（二叠系，里海）以及盐岩（石炭系，西伯利亚地台；泥盆系，莫斯科台向斜；二叠系，里海）。具有特殊意义是在这些带中玄武岩—粒玄岩（暗色岩）建造产有不同的伴生矿物，诸如铜—镍硫化物、冰洲石、铁矿石矽卡岩及玛瑙。暗色岩反映了断裂的生成和再生的间隔并标志着主要成矿期的界线，例如加里东与海西（泥盆纪，提曼）以及海西与启莫里（三叠系，西伯利亚地台）。

过渡型构造—成矿带

在褶皱区和地台间的台沟、克拉通边缘的凹槽和前渊对它们的成矿作用来说有很多共同之处。它们的特征是，卡拉套（中亚）及塞特大板（东西伯利亚）陆源—碳酸盐建造中的层状（远成热液）铅—锌矿床，与前喀尔巴阡山及前乌拉尔带有关的盐岩、钾及硫矿床。有些地方也有含铜砂岩（乌拉尔、叶尼塞带）和次生磷块岩。

这些具有相似成矿作用但不同构造和演化历史的过渡型构造—成矿带可以归类为：

1. 位于活动带形成时的早期前沿带—克拉通边缘及晚期前渊。
2. 褶皱系尖灭处两侧带，如位于乌拉尔及天山末端的德聂伯—顿涅茨台沟以及韦尔克霍杨斯克褶皱区延伸处的前泰梅尔台沟。
3. 过渡带，发育于特定时期。

褶皱带中矿带

这一类型成矿带在成分、构造位置及成矿作用有很大变化，在优地槽、薄地槽及冒地槽带之间表现最为明显。具有镁铁岩、沉积岩及火山岩的优地槽矿带以铜、铅、锌黄铁矿及硅质赤铁矿床为特征（乌拉尔、北高加索、图瓦）。在板岩及拉斑玄武岩交互的薄地槽中，铜、铅、锌及含铜磁黄铁矿床广泛分布（南高加索、哈萨克斯坦的东卡宾斯基带）。铁及锰矿石主要产于伴有层状铅—锌矿床的火山成因硅质碳酸盐岩（中哈萨克斯坦的察勒姆）以及伴有磷块岩的硅质页岩中。

具有发育的陆源及碳酸盐建造(中型带)的矿带扩展到台沟及前渊,它们以相似的矿化类型为特征。层状矿床是普遍的,诸如重晶石—铅—锌(有时带有萤石:南哈萨克斯坦卡拉—陶,塞特大板)、磁铁矿、菱铁矿及铝土质碳酸盐(乌拉尔西坡)。在许多实例中这些中型矿带也包括典型有色金属矿床及黑色板岩建造中的金(苏联东北)以及含萤石的铋—汞矿床(中亚、极地乌拉尔)。晚期地槽花岗岩类岩浆作用的矿带含有广泛的矽卡岩铁矿及白钨矿—金—石英,斑岩铜—钼矿及多金属脉状矿床(图尔盖、阿尔泰—萨彦岭)。

苏联造山带的矿产是多种多样的。与陆地火山有关矿床有银、汞—铋、硫及明矾石;如苏联东北;与花岗岩类侵入岩有关矿床(锡—钨、铜—钼、钨—钼—氟、铅—金及金;如中哈萨克斯坦、雅库特、贝加尔)以及与沉积盆地有关矿床(锰、煤,外高加索)。根据成分和基底岩层其成矿作用有所差别:基性岩浆及与之相当的成岩成矿产物出现于镁铁质基底之上而酸性岩浆、陆源及碳酸盐以及它们的变质类产物出现在硅铝质基底之上。前者以斑岩铜—钼矿为特征,后者以锡、钨及镍矿床为特征。钨、铋、汞、金、铅及锌矿石极为普遍并产于所有成矿带类型中。

构造—岩浆活动带

这里可区分为两个主要类型:

重复造山运动带及断裂作用带(断裂成因)。前者在全区伴有花岗岩类岩浆作用(中亚、外贝加尔、苏联西北)并且在成矿作用方面与褶皱带地区造山带相当。在断裂带中以岩石成分为基础可以区分三种类型:分异的镁铁—超镁铁矿床伴有铜—镍硫化物及钛—磁铁矿床(西伯利亚地台西北及科拉半岛);碱性镁铁质具有铁、钨、镍、铝、磷灰石、萤石及铀石矿床(外贝加尔西北地区,雅库特);以及碱硅铝质(副长岩)具有陆源沉积物以煤矿田为主(南雅库特)。

成矿期

苏联和其他大陆一样两个最好的成矿期是卡累利阿(从24—18亿年)及海西期(高峰期在4.2—2亿年)。这些及其他成矿期见图3及图5。在卡累利阿期形成克里沃罗格含铁石英岩,卡累利阿(科拉半岛)稀有金属伟晶岩,阿尔丹磁铁矿—金云母矿石,乌多坎含铜砂岩,贝加尔地区多金属黄铁矿石及凯吉夫高铝蓝晶片岩。

海西成矿期以下列矿产高度发育为特征:多金属铜矿(乌拉尔,阿尔泰),层状重晶石及铁、锰、重晶石多金属矿(哈萨克斯坦)、矽卡岩磁铁矿(乌拉尔、外乌拉尔地区)、稀有金属(钨—钼)、斑岩铜—钼以及与花岗岩类岩浆作用有关萤石矿床。沉积矿床分布辽阔。含铜砂岩(在中哈萨克斯坦的哲兹卡兹甘、乌拉尔地区)、磷块岩(卡累利阿,中亚)、铝土矿(北乌拉尔铝土矿地区)以及煤(卡拉甘达、库兹涅茨盆地)。

在这两个最好的成矿期之间,有一个时期即从18—10亿年前(早—中里菲)很少矿化。有一个克拉通边缘及台沟时期由斯米尔诺夫(1982)称为“间地槽”时期。然而在这个时期形成有限矿产以外生为主:层状菱铁矿床(贝加尔、萨图卡),在碳酸盐及含炭建造中硅质

赤铁矿页岩、层状铜—铅及及钨矿以及最早海盐矿床。

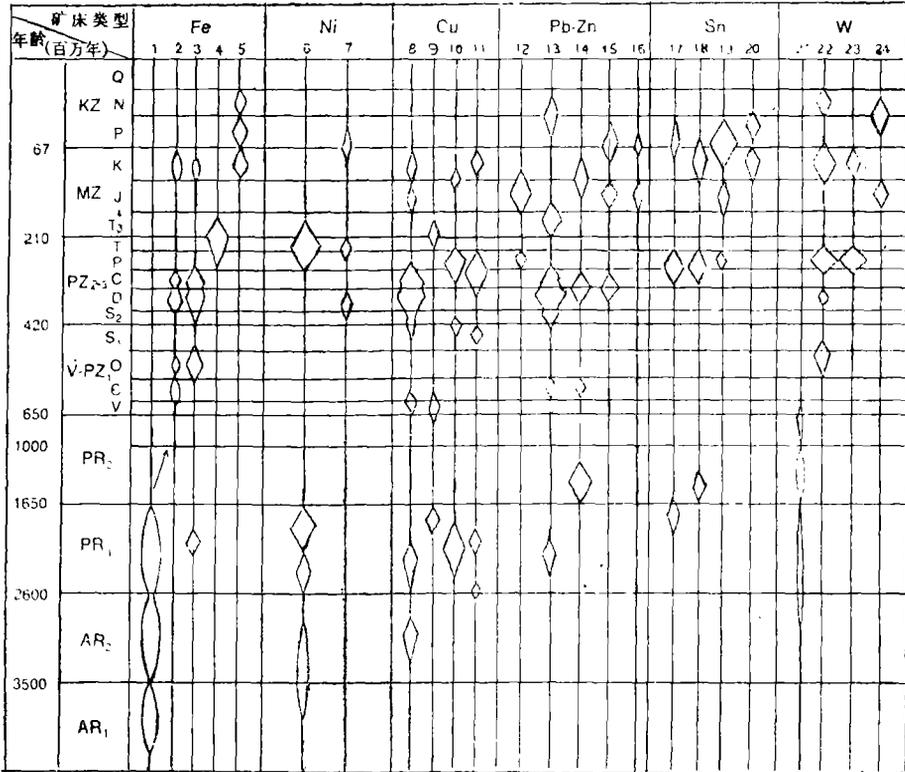


图 5 苏联矿床地质年代发育图表

(符号宽度与产出频数成比例)

1—含铁石英岩；2—硅质—赤铁矿；3—砂卡岩铁矿石；4—砂卡岩镁铁质铁矿石；5—鲕状铁矿石；6—铜—镍硫化物；7—铜—镍风化壳；8—铜—锌黄铁矿；9—绿帘石质铜矿；10—含铜砂岩；11—斑岩—铜—钼；12—铜—锌“黑板岩”；13—铜—铅—锌黄铁矿；14—铅锌重晶石/硅质碳酸盐；15—砂卡岩铅—锌；16—倍利岩铅—锌脉；17—砂卡岩锡矿；18—锡—钨云英岩；19—含锡硅酸盐—硫化物；20—含锡流纹岩；21—类砂卡岩钨矿(层状)；22—钨—钼砂卡岩；23—钨—石英云英岩；24—泥板岩钨铁矿—辉铋矿

结 论

在苏联，成矿研究已导致根据矿床中的差异制定出构造和成矿带的详细方案。成矿研究在主要成矿期和矿石建造地层“层位”的划分方面也有了成果。这些方案和成果连同地质、地球物理及地球化学调查对苏联找矿勘探工作提出了科学依据。

(马祖望译自《International Geoscience Newsmagazine Episodes》

1984, Vol. 7, No. 1, 赵玉丁校)