

项目,以填补西方采矿财团撤离后造成的空白。在这几年中,苏联自己或通过经互会同第三世界各国签署了27项以上的技术经济援助协定。协定要求,苏联为新矿的开采和发展提供大量技术援助,而受援国最终以开采出来的矿石来支付。苏联还正设法在南部非洲成立矿业卡特尔,促使这些地区停止向西方提供这些重要矿产。这一计划实现,则几种重要的战略原料90%以上将受苏联控制。

上述例证表明,南部非洲有着左右西方世界命运的稀有元素矿物资源。一旦苏联控制南部非洲的战略矿物,苏联实际上控制了世界上至少十五种最有战略意义的矿物。西方有关人士评述,如果南部非洲地区供给停止,那末各发达国家的经济“过不了半年就会瘫

痪”。为此,苏联已公开地对南部非洲的资源向美国挑战。预测南部非洲资源之争的形势将成为八十年代世界政治上的又一个火药库震撼世界。

综上所述,就八十年代需要来说,苏联的工业原料基本上能自给,而且还可以有一部分出口。能源虽然比较紧张,也足以保证需要。从这点来讲,苏联是得天独厚的。但是,由于资源的开采条件恶化,建设资金不足,八十年代苏联的矿业面临许多困难。在八十年代,苏联通过新的资源战略,国内的矿物原料基地还将得到巩固和大力发展。国外,在黠武主义侵略政策下,苏联已经控制了西方所依靠的原料宝库——非洲中部和南部。预计,八十年代的苏联矿业将在困难中前进和发展。

## 第六届国际矿床成因讨论会

### 成矿流体包裹体委员会的学术活动

北京钢铁学院 何知礼

第六届国际矿床成因讨论会是由国际地科联所属的国际矿床成因协会(IAGOD)举办的。该协会有8个工作委员会(工作组),国际成矿流体包裹体委员会(COFFI)是其中之一。美国E.洛德是COFFI本届主席,苏联H. П. 耶尔马可夫是COFFI名誉主席。

成因讨论会于1982年9月6至12日在苏联第比利斯举行。会议前后有地质旅行和参观。31个国家的700名代表参加了会议,东道国的代表占64%。

会议主题有三:①成矿热液系统;②花岗岩类岩浆作用与成矿的联系;③研究矿床时分析地质信息的数学方法。

以郭文魁为团长的中国代表团(8人)参加了学术活动,宣读了论文,受到与会者重视。

COFFI的学术活动中宣读了矿物包裹体论文28篇,分别来自苏联、中国、匈牙利、美、波、意、保、东德、西德和南非。

#### 二

现将COFFI部分论文概要介绍如下,以供参考。

H. П. 耶尔马可夫向大会提交了“苏联成矿介质包裹体理论研究和应用研究方面的主要成果”的书

面论文(本人未出席)。论文指出,苏联的包裹体研究始于1941年。发现不同成因的矿物、矿石和岩石中,含有很多不同组分和状态的成矿溶液包裹体和熔融包裹体。可以用晶体中包裹体的排列情况和特征来判断其形成世代。

二十世纪下半叶,苏联在成矿介质包裹体的实验分析方面沿着五个主要方向发展:①确定活泼地球化学介质、地质介质和成矿环境之间的相互作用;②矿物温压学;③确定成矿溶液的集合状态;④溶液成份和浓度的研究;⑤子矿物的研究——即所谓包裹体内超微矿物学。

上述每个方向都需要一些新方法和技术。均化法、爆裂法和冷冻法仍是物理实验的主要方法。苏联在包裹体研究中使用的化学和物理方法是多种多样的;涉及单个包裹体的液相和气相研究,也涉及包裹体群体(总类)的研究。主要用来研究单个包裹体液相的超微化分析,使用得不很广泛。

极为广泛而又有效地采用下列各种方法研究包裹体:发射光谱和显微光谱分析、激光显微分析、激光拉曼光谱和原子吸收光谱分析、质谱测定法、火焰光度法、X射线光谱和构造分析、气相色谱法和荧光测定法等。包裹体同位素分析尚未得到广泛使用。关于成矿溶液的碱度和酸度仍缺乏精确的计算方法。

已发现不同类型和种类的流态包裹体。呈气相和液相（有转变点、临界点和沸腾现象）。这些包裹体表明在岩浆期后成矿作用中，由气成到热液的转变过程。

新西伯利亚创造了高温热台（达1500℃）之后，广泛用于矿物固态包裹体研究岩浆岩的形成温度和用于含有CO<sub>2</sub>及N<sub>2</sub>的特殊包裹体研究变质岩蚀变强度。

在新西伯利亚发展的一种新的容量法，已证明对估计不同成因岩浆期后矿床甚至月球表土，tektites、陨石和impactite形成的各种空间物体的成份和气相密度都有用。

然而，苏联地质学家—温压地球化学家们，特别致力于所有内生矿床组的成因研究。关于矿床形成条件，有各种大量的主观陈述。这些陈述常常互相矛盾。而矿物微包裹体则是被简化了的矿床形成的客观标志。

发现在地壳成矿的自然条件中，起积极作用的不但有普通熔体（расплав），而且还有卤水—熔体、溶液—熔体、临界的和次临界的气体溶液、热卤水、普通水溶液、CO<sub>2</sub>水溶液和含碳氢化合物的液态热水溶液等。

笔者认为这些发现是很有意义的。例如含碳氢化合物的包裹体，在石油地质勘探上就有很大用途。美国加利福尼亚州二迭纪盆地的一个油田，曾被误认为没有希望而准备放弃，后来，美国地质学家根据矿物中碳氢化合物包裹体（烃包裹体）的研究，发现了这个大油田（美国第三大油田）。

C. H. Гривина介绍了适用于矿物包裹体气相分析的容量法。按所介绍的方法，容积误差不超过5~10%，对于直径>20μm的较大气泡，甚至<1%。容量法是在一种粘性液体中打开包裹体，接着在气泡转入选择性吸收剂后吸收所释放出的气体。然后按一定方法进行测定。H. П. 耶尔马可夫对这一方法给了很高的评价。

D. K. Hallauer的论文是“黄铁矿中流态包裹体与子矿物的成份”。为了获得关于太古代碎屑黄铁矿原生矿床的信息，并与岩浆期后矿床中的黄铁矿建造比较，在扫描电镜下对一些黄铁矿粒作了流态包裹体研究，并利用原子吸收光谱测定了微量元素含量。

为了研究包裹体，将黄铁矿仔细劈开以获取新鲜的断面。在安装和镀膜以后，标本中的矿物包裹体、子矿物及干了的流体组分，便可在扫描电镜中EDX附件进行研究和分析。一半较大的黄铁矿粒，

留作痕迹元素分析。

发现黄铁矿中最普通的子矿物是石英、层状硅酸盐（白云母、黑云母与绿泥石）和长石类（正长石、天青石、钠长石和斜长石）。它们呈不同组分和比例分布。某些情况下，在一些层状硅酸盐中，具有特征的Cr和Ti的痕迹而增加了差异。对于原生热液动态特别重要的是碳酸盐、硬石膏、磁铁矿和硫化物子矿物。它们反映了热液的成分和氧分压。

锆石、黄玉和石榴石的包裹体及刚玉子矿物有可能用作温度计。

在很多黄铁矿粒中，流体的干泡沫和绿泥石子矿物，允许进一步有益于测定成矿流体的成分。

在黄铁矿中观察大量包裹体和子矿物后，通常被测定的元素已扩展到包括Si、Al、碱及碱土金属。用较灵敏的石墨炉原子吸收技术，可检测25种痕迹元素（在检测水平>1 ppm时，可用2 mg物质的颗粒）。

每个样品通常作10个颗粒的单粒分析，这就可使数据进行统计分析。

И. Т. Бакуменко等用石英等矿物中的熔融包裹体，确定了含挥发份的花岗岩浆的结晶温度和富集条件。测出了岩浆结晶作用的最初温度的重要变化；对于多金属和稀有金属有关的石英斑岩、花岗斑岩和花岗闪长岩—斑岩的一些地块来说，有时这些温度>1000~1200℃（Salair、东外贝加尔、蒙古、亚美尼亚、乌兹别克斯坦）。有时一些含伟晶岩花岗岩和含矿花岗岩地块的温度>800℃（沃伦、Buryatiya、东哈萨克斯坦、东外贝加尔）。

研究了花岗岩岩浆结晶作用温度急剧下降与含水量增加之间的关系。

按石英中熔融包裹体和同生流态包裹体的综合研究，估计出酸性岩浆的流体组成、压力、饱和程度与沸腾温度。沸腾情况是伟晶岩熔体的特征。在高温伟晶岩中，CO<sub>2</sub>—H<sub>2</sub>O流体压力不高（约1 kb），而在低温流体中水压较高（达3~5 kb）。沸腾情况在麻粒岩相的深源岩浆中（5~6 kb时，890~860℃，离析体富含CO<sub>2</sub>）和外来花岗岩中（特别是岩浆结晶作用的较后阶段、即环斑花岗岩形成于600℃以下和3~4 kb、流体富含水）也观察到过。大量流体物质的离析，提高了来自熔岩和/或来自围岩矿物质的浓度。

В. А. Капюэкий等介绍了乌克兰多金属和金矿化热液流体的地球化学特征。根据流态包裹体分析，热液中除H<sub>2</sub>O外还有CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、

$N_2$  和碳氢化合物等气体。根据苏联乌克兰境内与某些类型矿化有关的矿物中的包裹体研究,发现了  $CO_2-H_2O$ 、 $CH_4-H_2O$  和  $CH_4-CO_2-H_2O$  的热液流体(顿巴斯、乌克兰地盾南部、外喀尔巴阡)含高量(约50~60wt%)  $CO_2$  的  $CO_2-H_2O$  流体对顿巴斯多金属矿床来说是典型的。在活跃的构造条件下,当温度和压力降低(从340~300°C到150~90°C和从  $1000 \cdot 10^5 Pa$  到  $150 \cdot 10^5 Pa$ , 甚至分别更低)时,原生均化流体受沸腾支配。已观察到成矿流体的  $CO_2$  饱和度与矿化规模之间的直接关系。最高的  $CO_2$  含量(达每kg样品91.3ml)出现于最大的矿脉中,这些矿脉充分呈现了矿化作用。它们位于顿巴斯主背斜的短背斜。远离背斜穹隆的小矿脉带缺乏硫化物,并且  $CO_2$  含量低(28.6~8.6 ml/kg)。在顿巴斯其他热液建造中,保持着同样的关系。

在乌克兰地盾基罗沃格拉德地块(Кирово-градский Блок)的花岗岩中,石英脉金矿化的品位低,硫化物贫乏。成矿流体是  $CO_2-H_2O$  型的。在成矿期后,这些流体富含  $N_2$  与  $CH_4$ 。石英包裹体中  $CO_2$  总量比顿巴斯矿脉中低得多。然而,有一种普遍趋势,即金属矿化(金)规模加大,则脉石矿物内包裹体中  $CO_2$  的相对含量增加。

含  $CO_2$  相对低一些和含  $CH_4$  及  $N_2$  高一些的成矿流体见于外喀尔巴阡多金属成矿现象中。流体是从  $CO_2-H_2O$  型到  $CH_4-H_2O$  型。低品位的多金属矿石是在230~220°C的温度范围内沉淀的,流体中相对高的  $CO_2$  含量对金矿化来说是典型的。

变质-热液成因石英脉和石英碳酸盐脉中的金属成矿作用表现为其中有稀疏颗粒的硫化物和细分散金(外喀尔巴阡)。成矿流体含特别高的  $CH_4$ 。

因此,发现于乌克兰热液多金属成矿作用中成矿流体的地球化学的(成矿的)专门类型,是所讨论矿床的成因和分布位置的重要标志。

已查明有两种极端的地球化学类型,一种是  $CO_2$  浓度很高,另一种是在其他气体普遍低情况下  $CH_4$  占优势。

Ф. П. 麦利尼柯夫等的论文,较详细地叙述了 Тырныауз 萤石矿形成时的物理-化学条件。在北高加索 Тырныауз 最大的 Мо-У 夕卡岩矿床的最后阶段,形成了高温萤石矿体,它们在空间上和共生上与流纹岩体和爆发角砾岩有关。萤石、钙铁榴石、硫化物、方解石、白钨矿、石英是这些矿体的

主矿物。饱和着高度浓缩成矿溶液的这些矿物,特别是萤石,对温压地球化学研究极其有用。

Тырныауз 的萤石为无色透明八面体,含有大量高度集中的包裹体。根据晶体中包裹体的分布特征和负晶形包裹体的均匀状态,它们可能属于原生包裹体。这些包裹体分布不规则,有些情况下,包裹体占主矿物容积的5%±,有时又完全没有包裹体。包裹体大者为1.5~2.0mm或更大一些。平均为0.1~1.0mm。所述这些包裹体含有气相和液相,并且每个液泡中有3~1至10~20个子矿物。带有最大量固相的包裹体,主要见于矿床较下部,其数量和容积向上逐渐减少。这些固相的数目和成分,就是在主晶的同一个生长带中的相邻包裹体里也经常是极其不同的。可以观察到溶液沸腾的痕迹。因此,可得出结论:这些大的过饱和包裹体,是在瞬变条件下形成的。当矿物从非均匀溶液中加速生长时,导致大空洞的形成。结晶作用的瞬变条件,也被萤石中有较多的缺陷所证实。

高度集中的包裹体的X射线实验,已发现一些固相:磁铁矿、黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿、石英、方解石、石盐、钾盐、石墨等矿物。它们加热至200~700°C时消失,金属矿物最后消失(溶解温度700~820°C)。在800°C以上,这些包裹体似乎均化成液相。关于萤石中包裹体的这种观察还是第一次尝试,也是第一次用X射线法鉴定出这么多的金属子矿物。

溶解于包裹体中的  $NaCl+KCl$  的浓度为60~70%。矿床下部的压力按 Г. Г. 列姆列英法约为1200 bar。

因此,可得出结论,该矿床的萤石是在浓的高温卤水中,在构造活动的瞬变条件下结晶的。

P. Lattanzi 研究了意大利南 Tuscany 闪锌矿中的流态包裹体。发现该区闪锌矿有两种产状。一种是作为  $Cu-Pb-Zn-Fe$  矿脉和/或交代成矿作用中的主矿物。它们与亚平宁(Apenninic)造山运动(中-上新世)有关的断层构造和/或长英质侵入体有关。另一种是作为块状层控黄铁矿床中晚期的次要脉石矿物出现。它们被认为是与石英岩-千枚岩区(terrain)有关的火山成因产物(古生代-三迭纪?)。

来自两种不同类型成矿作用的闪锌矿,显示出一些固定的公共的微观结构特征和化学特征。

流态包裹体研究的最重要结果,也显示在两种类型矿床中形成闪锌矿的流体十分相似,彼此区别很

小。来自低—中等盐度（2~9%NaCl重量当量浓度）的流体沉淀温度为200~300℃。

这些结果有助于证明这种假说：上述两种类型矿床中的闪锌矿是一种单一成矿作用形成的，即在中上新世构造和岩浆活动中层控矿石再活化的结果。

D. I. Norman, F. R. Nguone的论文是“根据Rb—Sr同位素、流态包裹体和岩相研究含锡花岗岩的成因”。研究了美国Mayo Darle, Camerron和富兰克林山的含Sn花岗岩和锡矿床。两者都是侵入火山岩中的混成黑云母花岗岩。锡的成矿作用发生在靠近花岗岩的上部接触带处。这些花岗岩的黑云母蚀变成绿泥石及白云母，在近锡矿化时强度加大。薄片研究表明，在蚀变时一些K和SiO<sub>2</sub>被引入花岗岩。

岩相研究表明，这两种花岗岩是一系列分异岩石侵入的结果。痕迹元素研究表明，它不能来自页岩的局部熔融。从元素分配上看，最适合的模型是母岩浆来自英闪岩成分岩石的局部熔融和分异花岗岩。

Rb—Sr同位素研究表明：富兰克林山花岗岩年龄为909±43百万年和(87/86Sr)<sub>0</sub>=0.7127±0.031。Mayo Darle花岗岩为54±1百万年和(87/86Sr)<sub>0</sub>=0.7117±0.0028。然而，这些等时线不真实。它们是弯曲的，其上部和下部分别相比，所给的年龄较年轻而(87/86Sr)<sub>0</sub>较高。此外处理数据时用最小二乘法年龄值和(87/86Sr)<sub>0</sub>的大小是最敏感的。

痕迹元素表明，富兰克林山的火山岛岩(Бу—Лканирт)和花岗岩是同源岩浆的。火山岛岩的Rb—Sr同位素年龄为948±25百万年和(87/86Sr)<sub>0</sub>=0.7031±0.0009。这个年龄大体符合Pb—铀石年龄。同样地在Mayo Darle一个正长石有一个较低的(87/86Sr)<sub>0</sub>=(0.7025±0.0036)。靠近锡矿床的花岗岩比距矿床1km的花岗岩的Rb/Sr高得多。我们得出一个结论，花岗岩中的Rb和Sr已动过了。这就给出了一个非真实的等时线值。而Mayo Darle和富兰克林山花岗岩的真实数值(87/86Sr)<sub>0</sub>为0.703。

在Mayo Darle气—液包裹体研究表明，锡矿化是在温度为500±20℃和55eq·wt%NaCl的流体沸腾时形成的。相似的流体在花岗岩的石英粒中见到过。气—液包裹体水的Rb/Sr同位素研究表明，来自石英颗粒的流体落在等时线上，即它们是在接近花岗岩结晶时被捕获的。锡石和脉石英中的流体不符合花岗岩等时线，并有高含量的放射性成因的Sr。

成矿流体不是直接来自花岗岩浆。

可以得出结论：含锡花岗岩和其他花岗岩的形成是一样的。痕迹元素和(87/86Sr)<sub>0</sub>表明，可能来源于较下面的地壳或者可能来自地幔。结晶作用后的蚀变，使含锡花岗岩具有某些特性，如高SiO<sub>2</sub>、K、Rb和(87/86Sr)<sub>0</sub>。

来自地壳岩石的含锡花岗岩的成因，通常是根据高值的(87/86Sr)<sub>0</sub>而推测的。作者的资料表明，高的初期Sr同位素比值是由蚀变产生的。因此，作者提出在确定含锡花岗岩来源时，单独根据Sr同位素资料要小心。

包裹体中流体内放射性Sr的含量高和近锡矿化时Rb/Sr增加表明，花岗岩蚀变、锡矿化、Rb/Sr的变化都是同一作用的一部分。众所周知，锡的成矿作用不是岩浆流体沉淀锡的一个简单过程。宁可假定，经过花岗岩的含盐流体使黑云母蚀变，从而释放出K、Rb、放射性Sr和Sn、Fe—Ti氧化物的蚀变，导致赤铁矿的形成和锡的活化。在流体上升范围内，它们与花岗岩反应，导致蚀变岩石中K—Rb含量增高，形成锡矿化并破坏了Rb—Sr比值。

按锡成矿流体的温度推测，它是一种岩浆来源，而按放射性Sr的活化，成矿事件必须产生在围岩结晶后。最好的解释是流体来自后来的侵入体。然而我们的数据不排斥这种假说：放射性Sr和Sn是从围岩引入花岗岩的。

T. M. Сушевская的论文是“用包裹体成分数据估测成矿热水溶液的pH与Eh”。对用不同方法按包裹体成分计算成矿溶液的pH值方面进行了一些努力。气体pH值是用计算机计算的，并考虑到离解作用、水解作用以及在所研究矿床形成温度下可能形成络合物的问题。

气液包裹体盐份和气体成分，试用氧化—还原电极法测定。气体包裹体成分浓度可能被有机物影响的问题，用包裹体预热的办法估计，并发现一些排除这种影响的方法。来自高温热液矿床的CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>的浓度，用气相色谱法测定。含Sn热液的300Eh位于0.6~0.9B之间，是藉助包裹体溶液的盐成分和pH值，按二氧化碳—甲烷平衡关系估计的。

获自流体包裹体成分分析数据的热液酸—碱度估计，被用来揭露来自含Sn热液以锡石形式沉淀的化学机理。

Ю. В. Ляхов等的论文是“金和多金属成矿作用的温压地球化学评价及预测的某些方面”。他们概述了金、黄铁矿—多金属和铅—锌矿床的一个温

压地球化学研究结果。发现在成矿作用中,CO<sub>2</sub>水溶液有重要作用。在“出产”矿物的杂岩形成时,它们的成矿活动表现得最强烈。

对密封于成矿杂岩矿物中的溶液所获得的温压地球化学研究结果证实,大多数情况下,金—硫化物、黄铁矿—方铅矿—闪锌矿和方铅矿—闪锌矿矿物组合是在温度降低(从340℃降至150℃)时结晶的。在温度稳步降低的背景上,同一成矿阶段内的温度波动不明显(与阶段之间相比)。

在非均匀化CO<sub>2</sub>水溶液个别部分的成矿过程中,CO<sub>2</sub>相的密度有规律地减少;相对平稳地减小与参数较大的突变交替出现。

在成矿体系中工作容积增加多倍的条件下,成矿阶段CO<sub>2</sub>水溶液的压力从200 mpa降到10 mpa。参数的相对平稳变化与压力偶然急剧下降(等于数十mpa)同时发生。

很多矿石建造中,成矿时的特征是CO<sub>2</sub>水溶液反复非均匀化,离析出CO<sub>2</sub>的独立相。最强烈非均匀化事件的次数一般符合矿物共生数,而溶液的强烈沸腾,通常与其形成的开始同时发生。

矿物共生组合的数目,基本符合该系统中物理—化学平衡遭受破坏的次数。很多岩浆期后矿床的分带现象,似乎是形成矿物的古体系有韵律的体积增加的一种结果。这为建立时空温压地球化学模型提供了一种理论基础。这种模型可在某些矿床上试用于评价和预测成矿作用。

В. Г. Моисенко等发表了“成矿流体的演化”论文。文中说,锡石—硅酸盐和锡石—硫化物建造的锡矿床、贫的和低品位的硫化物建造的金矿床以及夕卡岩—云英岩建造钨矿床的温压地球化学研究,证实了成矿溶液的成分含有碱—碱土—重碳酸盐—氯化物。为了估计形成不同种类矿物资源的矿床热液特性,研究了主要成矿期的矿物——锡石、白钨矿和自然金中流体包裹体的成分。测定出锡石包裹体中Na显著地优于K, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>与CO<sub>2</sub>的含量相对地高。锡石包裹体中的盐量取决于下列一些离子(按浓度降低): Na<sup>+</sup>—NH<sub>4</sub><sup>+</sup>—(Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>)—K<sup>+</sup>; (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>、Cl<sup>-</sup>)—(ΣS, F<sup>-</sup>)。CO<sub>2</sub>(占优势的相)、CO、CH<sub>4</sub>、N<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>S出现于包裹体的气相组成中。金与钨矿床的主要成矿期的热液与钨矿床的阴离子浓度范围相似,虽然它们有不同之处:对于钨矿床钠的作用减小,而钙的浓度增加;对于金矿床则是钠的作用减小,而钙和镁相对浓度增加。

从海洋过渡到陆壳时,热液组分沿侧向发生变化。例如,陆缘和陆间火山带的金矿床形成于一种碱—重碳酸盐性质的溶液中。而陆缘带的特点是溶液中钠的作用增加,还原碳和氧化碳的比例减小。

测定了成矿流体的时空变化。对于锡矿床,在成矿前和锡石—石英期钠的相对浓度达最大值,而在硫化物和成矿后的碳酸盐石英期它的含量减小。从成矿前到锡石—石英期,钾的相对浓度降低,其后的成矿期又增加。从锡石—石英期到硫化物期,伴随热液的发展,Mg与CO<sub>2</sub>浓度增加,而CO与H<sub>2</sub>的量相对减小。锡石—石英期的成矿溶液是弱碱性的,并且氧化还原电位低。关于钨矿床,从石英—白钨矿期到硫化物期,也观察到热液有类似的演化趋势。

对成矿期成矿流体空间变化的性质,参照典型的锡和金矿床进行了研究。在较接近古地表时析出锡石和金的流体浓度变小。流体中CO<sub>2</sub>:CO:H<sub>2</sub>O/H<sub>2</sub>: (Na+K)/(Ca+Mg)、NH<sub>4</sub><sup>+</sup>:Mg<sup>2+</sup>的比值和ΣS/HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>的比值增加,可以指示矿石侵蚀的水平。

O. Leeder等的“德意志民主共和国南部锡和氟矿床矿物的和共生次序的温压地球化学研究”论文,研究了该国南部晚华力西期气化Sn—W矿床,热液萤石—石英矿床以及中生代热液萤石—重晶石(方解石)矿床等的矿物形成温度、盐度、溶液和气体的组成以及H、O和C同位素比值。这些研究,部分是用新的方法完成的。研究结果证实了开始于晚古生代的中欧构造—岩浆活动边界内的两个成矿期之间的成矿关系。它们也提供了一些在适当矿石建造中判断上述共生次序的一些准则。

И. И. Петров的“石英原生扇形(sectorial)流体包裹体”论文,观察了保加利亚南部(Madan矿区, M. ar矿床)铅—锌矿脉石英原生扇形包裹体的分布规律及其与别的类型之间的关系。包裹体的液泡形状较复杂。简单的负晶形极其缺乏。光学试验证明,低温条件,使一些包裹体重结晶和分裂。这使异常包裹体具有不同的相充填。扇形包裹体使脉石英的集合体和石英单晶呈乳白色。因为包裹体的饱和度是有韵律的,所以石英呈带状构造。

此外,Ю. А. 多尔戈夫在会上作了“矿脉和伟晶岩中成矿物质的迁移和富集(Локализация)”的报告。他指出成矿流体的一些演化过程和演化情况都可由研究包裹体所得的各种热力学参数清楚地反映出来。根据温压地球化学分析,可以查明成矿物质垂直的和横向的补给情况。横剖面和地质图上

## 含铁建造的构造体系与沉积作用



含铁建造由各种不同的岩相所组成，而其沉积作用则同特定类型的构造体系有密切关系。尽管这些化学沉积岩石的生成并不限于任何的特定地质时代，然而厚层含铁建造仍以中前寒武纪的为多（克劳德，1973）。

称为含铁建造的条带状硅铁沉积因其与鲕绿泥石—菱铁矿—粘土铁岩不同，所以在过去几十年内，成了世界很多研究者的课题，并且对它在整个地质时期内的沉积、层位及构造等方面的研究，都获得了重要进展。而今，含铁建造已被公认为是一群重要的具有特殊成矿意义的化学沉积含铁沉积物，其重要性并非仅在于提供铁质来源的局部现象。新的资料和重新评价过的老资料，使人们必须对含铁建造沉积物的性质与成因、形成的环境、铁硅源的成因观点、整个地质时期中其分布的构造控制及成矿意义等，作出修正。

### 含铁建造岩石学

詹姆斯（1951）将含铁建造定义为一种化学沉积岩石，具典型条带和（或者）细层，至少含有15%沉积成因的铁，并且通常（但不一定）含燧石层。按照这一定义，含铁建造已同灰岩一样成了普通的岩石学术语，被普遍承认和广泛应用。含铁建造和这一广

金属组分的矿物含量有助于寻找盲矿体。

### 三

由于宣读的论文大多数是东道国代表的，因此从某种意义上说，可以从这些论文中更好地了解苏联包裹体研究的发展情况。苏联从五十年代以来在这方面的研究发展迅速。无论在基础理论、方法技术方面，还是在应用方面，都取得了成就。考其原因，恐怕主要有三：①有好的学术带头人，特别是H. П. 耶尔马可夫教授。他们也很注意教学工作和科研工作的结合；②既注意基础理论的研究，又注意了应用研究，还特别注意用包裹体研究解决矿床成因和找矿勘探中的问题；③研究人员多，形成了一些研究中心，例如：莫斯科大学、利沃夫大学及新西伯利亚地质和地球物理研究所就是三个大的中心。这些研究中心对于推动包裹体研究工作的发展起了不小的作用。当然苏

岩性组中有成因联系的化学沉积物，以其存在有条带状或层状燧石和石英，铁矿物具硅质基质，低铝低钛以及典型的原始沉积特征而区别于粘土—铁岩含铁沉积物（格罗斯，1965，1972）。

在化学沉积的含铁建造群中，业已发现具有多种物理化学特征的各种岩石类型。詹姆斯（1951）关于对主要氧化物相、硅酸盐相和硫化物相的识别，是考察含铁建造不同岩相间成因关系的一个重要步骤。含铁建造的特殊结构、原生沉积特征、矿物学、微量元素含量和伴生岩石，说明其沉积环境条件变化范围极为广泛（格罗斯，1965，1968，1972，1973，1980）。人们通常认为，前寒武纪火山—沉积岩层序中普遍存在的是含铁建造薄层石英—磁铁矿相，其实也存在有很多不同岩性的氧化物相。按理，一个单独的地层单元，只能有一种主要的岩相，然而含铁建造的不同岩相共生、原始沉积特性、组分变化以及条带特征，则说明硅质富铁沉积物的沉积和成岩期间物理化学条件的差异。要了解含铁建造的成因及其地质意义，就必须研究全部地质史中所揭示的各个大小地层单元以及含铁建造的分布和沉积环境，并且还要详尽地描述各个含铁建造的岩相学、沉积特征及构造环境。

### 含铁建造的沉积环境

美国苏必利尔湖区含铁建造是最早作为铁矿大规

联包裹体研究工作也存在一些问题，例如，人员多虽是一个优点，但某些方面也存在着提高效率和质量的问题。

我国在六十年代初，只有个别同志从事这方面工作。自七十年代以来，包裹体研究工作有了较迅速地发展。就人员和规模来看，可能仅次于苏联。就发展水平来看，即使和一些先进国家相比，差距也不算很大。如果我们继续努力，坚持独立自主、自力更生的方针，沿着正确的方向发展，注意利用包裹体研究成果解决地质学、特别是矿床学和找矿勘探中的理论问题和实用问题，同时吸收国外先进经验和先进技术，加强基础理论研究以及人员的培养，可以在不久的将来，赶上或超过某些先进国家的水平。包裹体矿物学这门新兴的科学，在地质学中将起到越来越大的作用，将吸引更多的人来从事这方面的研究。