

中国西部邻区区域地质及火山-成矿-构造

朱生英、林玲根据《中国周边国家毗邻地区火山岩与金属矿产》编写

本文引自: http://127.0.0.1/xinwenzixun/2009/0428/article_2713.html

地质酋长摘编汇总

[提要]

中国西部周边国家毗邻地区涉及东经 105 度以西的周边国家毗邻地区,包括蒙古西部、前苏联的萨彦—阿尔泰、哈萨克斯坦的中、东、南部,准噶尔和天山地区、巴基斯坦、阿富汗、克什米尔、不丹、锡金、尼泊尔的全部及北纬 20 度以北的印度地区。大约跨越东经 65°—105°、北纬 20°—53° 的范围。近几年来,在中国周边国家相继发现了许多大型和超大型矿床,这些矿床的发现,有的是在老矿深部或边缘地区找到扩大的,有的是新发现的。例如,乌兹别克共和国的穆龙套金矿、俄罗斯的白山和多峰金矿以及蒙古和巴基斯坦的斑岩铜矿等,其中许多矿床的生成与火山岩和火山作用有密切关系。因此,应注意在我国境内与周边国家相毗邻地区,寻找类似的大型和超大型矿床,特别是金和有色金属矿床。已发现的大型和超大型金属矿床的分布往往受构造—岩性—岩浆要素控制。中国周边国家毗邻地区,与火山岩有关的金属矿产非常丰富,从太古代到新生代的构造和岩浆活动中都赋存有与火山岩有关的金属矿产。随着地球科学的发展,当代科学研究与地质找矿,人们日益注意从全球地质构造角度探讨地球的演化和成矿作用。一些巨大的火山构造带和成矿带具有跨国或洲际性分布。如果我们详细了解,研究分析周边国家的地质矿产及其时空演化的信息资料,再与我国有关地区地质矿产资料相联系或对比,就有可能产生“豁然开朗”的感觉,就可以用更新颖而广阔的角度来看待地质问题,可能为地质找矿开辟新的思路,达到“它山之石,可以攻玉”的目的。

西安地质矿产研究所遵照部局设立的项目要求,先后两次组织人员对我国西部周边国家毗邻地区有关外文资料,进行了收集整理和大量的翻译工作,并结合我国西部地区的区域地质和矿产资料作了对比研究。最后,编写了“中国西部周边国家毗邻地区火山岩与金属矿产”研究报告及其相应图件。随着改革开放的深入发展,我国与西部周边国家如吉尔吉斯、乌兹别克等国家联合进行的地质找矿研究工作日益广泛,许多部门和有关人士迫切要求了解周边国家的地质矿产情况。为此,我们酌情将这方面的资料,按成矿区(带),逐一加以介绍,以飨读者。

阿尔泰及蒙古西部成矿省

1. 阿尔泰及蒙古西部成矿省的主要成矿规律

阿尔泰及蒙古西部成矿省，位于乌拉尔—蒙古—兴安岭成矿域之中段，西部大致以前苏联的鄂尔齐斯断裂为界，东至东经 105°，包括蒙古西部及前苏联的山区阿尔泰地区。其北部为西伯利亚地台，南部为我国的塔里木地块。该成矿省以具复杂的块断镶嵌构造为特征。基底主要由元古代杂岩组成，分布在褶皱系内的一些隆起区，在元古代褶皱基底上发育不同类型的地槽，其间沉积了晚里菲—早寒武世的海底基性火山岩和细碧岩—辉绿岩成分的绿岩蚀变岩系，有的地方沉积酸性和中性的火山岩和碎屑岩及巨厚的碳酸盐岩和硅质岩。

加里东褶皱运动结束后，古生代中期常形成规模不大的上叠构造，其中充填着志留纪、泥盆纪的海相磨拉石沉积，玄武岩—安山岩—流纹岩系列的陆相火山岩和中—晚泥盆世的陆相磨拉石沉积。

区内中生代构造—岩浆活动微弱，构造变动强度不大，具地台盖层的特点，岩浆岩主要是古生代的，以花岗岩类分布最广，按其产出的地质构造位置、岩石化学及地球化学标志可分为地槽型辉长岩—闪长岩—斜长花岗岩建造、冒地槽坳陷的花岗闪长岩—花岗岩建造和造山期的花岗岩—碱性花岗岩建造。超基性岩体主要分布在蒙古西部不同的构造带和亚带边界的巨大断裂带中，与周围的绿岩产物一起构成延伸很长的蛇绿岩带，它们多为文德纪—早寒武世的产物。

阿尔泰及蒙古西部成矿省，按构造岩浆活动和成矿作用特点可分为 5 个成矿区(带)(或亚区带)即：蒙古外贝加尔成矿带；中蒙古成矿带；北蒙古成矿带；山区阿尔泰成矿亚带；蒙古阿尔泰成矿亚带。

5 个成矿区(带)(或亚区带)的主要成矿规律如下：

一、矿种以铁、铜、金和多金属为主，但矿化不均匀，除蒙古西部的额尔登特博大型斑岩铜—钼矿和山区阿尔泰的霍尔宗型铁矿规模属中—大型外，其余多为矿点和矿化点。就其类型和数量远不及蒙古中部和东部。

二、重要的有工业价值的矿床，主要赋存在文德—早寒武世或里菲—早寒武世的火山—沉积岩中，其次为中、晚泥盆世的火山—沉积岩，其它时代火山岩中的矿化分散零星，一般不具工业意义。

三、不论矿床种类和类型如何，均位在斜交和正交断裂体系之交汇处，已有资料证明，这些交汇部位的深部区域构造均为断裂带、破碎带及控制岩浆作用和矿化作用的构造带。根据这一规律可进一步确定区内的若干远景区，就不同的矿种而言，金主要集中分布在北东断裂带，铜铅锌主要分布在北西构造带，铁矿几乎都受纬向构造带的控制。

四、与矿化有关的火山岩多产在褶皱基底之上的再生拗陷或缝合线拗陷或古生代复向斜内。一般地说，与金矿有关的主要为文德一早寒武世的绿岩和早古生代的陆源复理石建造；与铜（铜钼）有关的丰要是文德一寒武纪的中、基性火山岩、或细碧辉绿岩、辉长—辉绿岩；铁和多金属矿则丰要发育在泥盆纪中酸性喷发岩中。金、铜、多金属矿化还与中生代的花岗岩、花岗闪长岩在空间上和成因上有密切关系。

2. 蒙古阿尔泰成矿亚带

一、区域地质构造特征

蒙古阿尔泰包括蒙古阿尔泰山和哈尔希林高原。东部以托勒鲍努尔断裂为界，南与南蒙华力西褶皱带毗邻，往西进入中国境内并被斋桑华力西褶皱带包围。

蒙古阿尔泰褶皱带为一复杂的复背斜，区内局部经变质的中、上寒武统岩层广泛分布，它们几乎占据着褶皱带的所有地区，并成为新构造褶皱的基底。泥盆系、志留—泥盆系的上覆向斜以及东部地区的杰柳—萨格赛再生拗陷均属于新构造盆地。

该区褶皱运动主要发生在晚志留世，泥盆纪时出现再生的德伦萨格赛拗陷。一些纵向断裂将该区分割成三部分：西部隆起的阿尔泰带，中部为下沉的哈尔希林带，东部为隆起的察干锡贝图带。

蒙古阿尔泰的岩浆活动以古生代时期最发育。华力西早、中期的中基性侵入岩主要有东北部的乌留克诺尔岩体，由辉长岩、辉长—辉绿岩岩墙组成，属晚泥盆世至早石炭世侵入岩。在南部的戈壁—阿尔泰地区以中性岩为主、由闪长岩、辉长—闪长岩组成。吉尔格朗图一带的花岗岩体，同位素年龄值为 413—426Ma，岩体面积可达 1 000km²。

加里东期主要有一些超基性岩侵入，它们在空间上与上元古界一下寒武统的绿色火山岩有关，受深断裂控制。奥陶纪时有地槽期基性、中性海底熔岩喷发、志留纪早期海相杂色磨拉石沉积中出现流纹斑岩和英安斑岩，早泥盆世时，在一些山间盆地中堆积了厚达 2 500m 的沉积—火山岩系。成矿带东部的湖区带，主要发育文德一早寒武世的绿岩系。

二、矿产

区内已查明的矿产有铁、金、多金属、钨、钼和汞等。与火山岩有关的以铁和铜—多金属为主，但除少数小型矿床外，均为规模不大的矿点和矿化点。

铁矿 主要分布在成矿带之北部，可明显地划分为德伦—萨格赛铁矿点群和察干锡贝图铁矿点群。

德伦—萨格赛铁矿点群，位成矿带正北面，为前苏联阿尔泰铁矿之南东延伸部分，铁矿点产在蒙古阿尔泰褶皱的德伦—萨格赛再生拗陷中，沿托尔布诺尔和

科布多断裂呈近南北向展布，多为热液石英脉型的赤铁矿矿点，矿化赋存在泥盆系艾菲尔阶的中、酸性喷发岩中，察干锡贝图铁矿带分布在成矿带东北部的察干锡贝图断裂带的文德—寒武纪及泥盆纪的火山沉积岩中，在火山沉积岩与泥盆纪花岗岩的接触带上，形成矽卡岩型赤铁矿、磁铁矿矿体，矽卡岩化沉积—火山岩即为容矿岩石。锡贝音戈尔铁矿、哈尔塔干矿床属这类矿化。

三、矿例

锡贝音戈尔铁矿 矿床位于乌兰固木市以南 67km 处。矿床的容矿岩石为早一中泥盆世的矽卡岩化沉积—火山岩，这种矽卡岩化岩石产在同时代的花岗岩类岩石的接触带上。在接触带内，查明了 15 个厚 0.8—1.5m，长 10—25m 的磁铁矿—赤铁矿矿石的透镜状交代矿体和 3 个长 100m、宽 4—5m 的层状矿体，矿石含铁 32%—59.2%，估计矿石储量 300—350 万吨。

铜—多金属矿化 成矿带内广泛发育的铜—多金属矿化，主要沿东部的察干锡贝图断裂带分布，构成察干锡贝图铜—多金属矿带。比较集中的有北部的哈尔希林矿区、中部的科多布多矿点群和南部的哈真矿点群，以铜矿点为主，有少量铜—铅和铅—锌矿点。矿化类型主要有含铜石英脉、铅—锌矽卡岩型和铜—铅石英脉型等，它们在空间上与泥盆纪花岗岩类岩体、斑岩体密切相关，其分布受深大断裂控制，集中产在断裂带中强裂片理化的文德—寒武纪的细碧—辉绿岩、辉长闪长岩—辉绿岩中，一些含铜石英脉与深断裂带拗陷中的蛇绿岩带有关，铜—多金属矿化的成矿时代多属晚前寒武纪—早古生代和泥盆纪。

金 为该成矿带中一种重要的矿化。在区内科鲁姆河和布尔根河上游均发现有一些砂金矿，如扎图、斋尔特和乌尔蒂布拉克砂金矿等，构成了蒙古阿尔泰西部含金带。含金带发育所在区广泛发育寒武—奥陶纪砂页岩层，其次为早一中泥盆世陆相安山—流纹岩系列的火山岩地层，晚泥盆世和二叠世的钙碱性花岗岩类侵入该两套地层。区内至今未发现原生金矿化。

综上所述，蒙古阿尔泰成矿带与火山岩有关的矿产其数量不多、规模也不大，已知的铁矿和多金属矿，主要受深断裂之控制，察干锡贝图、科布多、托尔布诺尔等深断裂为成矿的一级控矿构造，其走向决定着矿带总的分布，褶皱基底上的上叠拗陷对成矿带内的矿化起着又一重要的控制作用，主要的铁矿和多金属矿化均产在拗陷内的火山—沉积地层中，铁矿要与文德—早寒武世及泥盆纪的中、酸性喷发岩有关，铜和多金属则主要与文德—早寒武世细碧—辉绿岩、辉长—辉绿岩有关。矿化还常与泥盆纪花岗岩或斑岩类在空间上密切相关，为矿化富集之重要因素。

蒙古阿尔泰矿带系前苏联山区阿尔泰及霍尔宗—丘伊复背斜向南的延伸部分，地质构造条件极其相似。在前苏联的相应部分已知矿产种类多、规模大，而

蒙古阿尔泰成矿带其矿种种类和规模都远远不及前者，从而形成鲜明的对照，这是否仅仅由于工作程度的差别所致值得进一步探讨。

3. 山区阿尔泰成矿亚带

一、区域地质构造特征

山区阿尔泰是阿尔泰—萨彦褶皱带的一部分，西部与斋桑华力西地槽褶皱区毗邻，东邻库兹涅茨阿拉套，西南面以北东向挤压带与矿区阿尔泰相隔，是一个多旋回发展的地区，在其内部被大概为寒武纪的深断裂分成了一系列地质构造极不相同的构造建造带，这些带多为巨大的北西向构造，该区地槽沉积剖面由里菲期、寒武纪、奥陶纪、早志留世到乌埃洛克期的各种不同岩系所组成。

志留纪末产生的褶皱作用，伴随着花岗闪长岩的侵入，并形成很宽的接触变质带和花岗斑岩脉岩群。早泥盆世开始时，出现了上叠式盆地和继承拗陷。除被泥盆系充填的阿努伊—丘伊复向斜外，尚有两个较大的上叠式盆地。一是东北部的乌伊明上叠盆地，另一为科尔冈—霍尔宗盆地，位于该区西南部。这两个盆地均是在深大断裂开始下降时形成的。沿深断裂发生火山喷发，形成与陆相红色岩呈互层产出的火山熔岩和碎屑物质，在盆地发育的较晚阶段，即中泥盆世艾菲尔期和吉维前期，沉积了浅海灰岩、钙质凝灰岩和页岩薄层，它们与喷出岩和陆相红色岩石呈互层产出。

从整个区域来看，火山活动由早期泥盆世经中泥盆世到早石炭世，其强度逐渐加大，其成分则从东到西，主要由基性变为酸性。

该区的岩浆活动，以华力西期的闪长岩—花岗斑岩为主，兹麦伊诺戈尔和卡尔巴的大型花岗岩类岩体在该区的地质发展和矿产生成中起着重要的作用。

二、矿产

该成矿带系以多金属、稀有金属、铁和金为主的成矿带，与火山岩有关的金属矿产主要有铁矿和金矿，多金属分布局限。

铁矿山区阿尔泰是前苏联哈萨克斯坦重要的铁矿产区之一，铁矿总储量数十亿吨，不同规模的矿床和矿点计有 100 多个，大部分为海相火山沉积的赤铁矿—磁铁矿矿床。

海相火山沉积铁矿 主要分布在该成矿带西侧，呈北西—南东向延伸，长 600km，宽 100—150km，北西方向收缩，向南东方向敞开，一直伸入到蒙古境内。矿带位于泥盆纪火山沉积地层中一日多与石英角斑岩占优势的酸性火山岩有关。矿层产在火山岩与沉积岩的接触带上。

泥盆系地层剖面在所有盆地中均分为 4 个分层。以淡绿色石英斑岩、石英角斑岩和晶屑—岩屑块状凝灰岩开始，其中能见到红色砂岩和砾岩夹层，可证实为

陆相条件下形成的；第二分层为含矿层，火山岩成分与第一分层相同，但其夹层是灰绿色细粒的，被碳酸盐胶结的砂岩、粉砂岩和粉砂质火山灰岩石，显然是在浅海环境下形成的。层状或透镜状矿体即产在该分层中，矿层厚几米到几十米，沿走向延长有的可达 10 余 km，最大的霍尔宗矿床延长达 30km；第三分层的岩石在成分上有所变化，盆地中部多为含藻灰岩夹层的层状喷发岩，厚 30—70m，盆地边部则为大面积分布的具球状节理的角斑岩和石英角斑岩所代替，厚 300m；第四分层常夹有基底角砾，砾岩中可见到层状赤铁矿石，厚 400—500m。第四分层的上部为上泥盆统弗兰阶。

由上述可知，4 个分层中火山岩的特征没有大的变化，它们均属火山碳酸盐岩建造。该建造厚度在各地变化不定，科尔冈盆地的中部可达 3 000m。据卡鲁根(1967 年)统计，山区阿尔泰地区，火山岩占泥盆系剖面厚度的 45%，其中石英斑岩和石英角斑岩约占火山岩的 75%，玢岩和角斑岩约占 20%，辉绿岩约占 10%。火山岩总的偏碱性，在基性岩石中碱总量不低于 4.45%，在酸性岩石中为 4.95%—8.92%之间，建造的含矿性在各地层层位中是不相同的，最大的层状赤铁矿矿层产于建造的第二分层中，并构成主要的工业矿床，如科尔冈、科尔辛斯克、因斯克等矿床。

含矿层一般由赤铁矿层、凝灰岩层和沉积灰岩有规则地间互产出的互层组成。矿石构造以层状和条带状为主，很象含铁石英岩，是由矿层和火山灰层或由贫硅质赤铁矿和富含硅质的赤铁矿组成的。矿石含铁多在 30%左右，矿石属易选矿石。

以上所述海相火山沉积铁矿之分布有如下规律：

(一)矿床产于加里东褶皱基底上的泥盆纪上叠盆地中；

(二)矿化产于海相火山沉积岩层中，且与酸性占优势的火山岩有关，属石英角斑岩—碳酸盐岩建造；

(三)矿床是在强烈的火山活动之后，海进开始时形成的。

(四)矿层具一定层位，有多层性。有工业价值的矿床主要集中在第二分层中，矿层延长大于延深，并具层状和韵律构造。

(五)有的矿床的形成和富集与变质作用和花岗岩类的侵入有关，有经不同程度变质的赤铁矿—磁铁矿矿床(如科尔冈和霍尔宗矿床)、有与古生代花岗岩类侵入体有关的矽卡岩型磁铁矿矿床(如因斯克和别洛列茨克矿床)。深部岩浆作用的多次出现，使矿田构造、矿体规模和矿石成分大大复杂化，这在科尔冈、霍尔宗和别洛列茨克等矿床尤为明显。

除山区阿尔泰外，这类矿床在阿尔泰—萨彦地区尚有广泛分布，北白克拉斯诺亚尔斯克，南至中国和蒙古边界，东起塞米巴拉金斯克，西至伊尔库茨克以东。

1930—1932 年间即对该区近 800 个矿床矿点进行过普查勘探工作，开始都认为这些矿床是内生的，是与早加里东褶皱期侵入体或者与晚期花岗岩侵入体有关的矽卡岩或热液型铁矿。到 1949 年卡鲁根提出了与过去概念相反的观点。他指出：山区阿尔泰的铁矿具层状形态，矿石具条带状构造，产于海相碳酸盐岩石或陆源岩石相接触的喷发岩中，且空间分布上往往与花岗岩侵入体无关，因而认为这些铁矿的硅质赤铁矿是原生沉积的，而其中的磁铁矿系由赤铁矿变质所形成。时至今日，他的这种观点已为大多数人所接受。

三、 矿例

霍尔宗铁矿床 矿床位于山区阿尔泰西部，霍尔宗山脉和科克萨山脉的分水岭上。于 30 年代发现。构造上矿床位于科尔岗中古生代造山拗陷内，即山区阿尔泰加里东带向鄂毕—斋桑褶皱系的过渡带。区内普遍发育泥盆系艾菲尔期的沉积—火山岩层，厚达 6.5km。华力西期花岗斑岩及铁矿均产在中泥盆世火山带和变质作用带中。容矿岩石为泥盆纪石英角斑岩火山建造，分布在长 300km、宽 60km 的华力西优地槽期后拗陷中。矿石赋存在熔岩流或粗凝灰岩、凝灰熔岩向细碎屑岩的过渡地段。含矿层延长 25km，厚 300—600m，分 3 个矿段。矿带长数百米至 11500m，宽 200—300m，厚 10m，平均品位 30% 左右。平均含硫 1%，含磷 0.07%，主要矿石为水硅酸盐—磁铁矿，含磷灰石高，矿体为凸镜状和似层状，储量约 10 亿吨，为该区最大的矿床，属火山沉积变质型铁矿。

金矿 该矿带之金矿化多分布在早加里东优地槽拗陷中，与晚古生代、早中寒武世的火山成因沉积有关，其中以产于中、下寒武统火山沉积岩中的含金黄铁矿型矿床分布最广，但多为小型矿床和矿点。一些大而富的砂金矿常见于火山岩中黄铁矿化发育地段的附近。含金黄铁矿按照金属组成结集方式的不同可分为黄铁矿矿床类、铅锌矿矿床类或多金属矿床类。含矿岩石的主要成分是各种火山成因产物—绿泥石片岩、绿泥石绢云母片岩和其它变质片岩、砂岩、灰岩等。在与晚期花岗岩类侵入体接触带上常形成矽卡岩和交代石英岩。深大断裂及其派生构造在区域金矿矿化方面起着重要作用，特别是走向急剧变化的地段往往是控制金矿分布的构造，而深大断裂本身实际上是不含矿的。

含金矽卡岩型金矿 多产在多相的、具有火山成因的碳酸盐岩石与岩体的接触地段。在矽卡岩中的含金硫化物矿化与侵入体的晚期相有关。已知的金矿化地段产于火山沉积建造中或它们与碳酸盐岩层的接触处。据计算在东北阿尔泰和库兹涅茨阿拉套的 750 个矽卡岩矿点中，3.1% 产于陆源岩石中，8.4% 产在侵入岩中，87.4% 产在喷出沉积岩石中。在 93 个矽卡岩化地段，已知有金、金与铜、铅、锌、铋的硫化物或有时呈碲化物一齐出现在各种岩石破碎带的石英网脉中。矿体规模一般不大，但形态复杂。矽卡岩中高成色的金与砷黄铁矿、磁黄铁矿和

黄铜矿共生，低成色的金与斑铜矿、辉铜矿和方铅矿共生。与金矿化有关的最广泛的后期蚀变为绿帘石化。矿体经常产在矽卡岩最强烈变质的及渗透性最大的地段。

含金石英岩 主要见于晚元古代和早寒武世碳酸盐岩层与喷出岩或花岗岩类的接触处。交代石英岩是较低温度条件下由硅酸交代石灰岩而成，矿石属含金硫化物的石英岩。

含金石英脉型 该类矿化广泛分布于山区阿尔泰寒武纪的火山成因的页岩或其中的花岗岩类岩体中，有时也超出火山岩范围达到覆盖火山岩的砂页岩层中。矿石成分多样，除高温脉石矿物外，尚有大量的磁黄铁矿、闪锌矿、方铅矿、辉铋矿、黄碲矿等，并常呈现出阶段性和分带性。含金石英脉体常与区内其它成因类型的金矿共生，局部范围显示相互过渡关系，但它们离含矿溶液更远，因而分布更广泛。

由以上所述可看出，山区阿尔泰的4种金矿化，除含金石英脉的一部分外，均产于晚元古代一早中寒武世的火山成因的沉积岩层中，无疑它们与早加里东期优地槽发展阶段地槽拗陷中海底火山活动有关。

4. 北蒙古成矿带

一、区域地质构造特征

该矿带位于蒙古最北部，与西侧的蒙古阿尔泰同属北蒙加里东褶皱系，南部包括部分的华力西褶皱系。和蒙古阿尔泰相似，该区基底为元古代的古老变质岩系。在褶皱基底上发育前寒武纪和早古生代的地槽沉积，前寒武纪加里东期及泥盆纪岩浆侵入体广泛发育。与蒙古阿尔泰不同的是，该区构造线方向以东西向、北西向和北东向为主。在矿带西部加里东褶皱基底上，丰要发育志留纪、泥盆纪的磨拉石沉积和造山后火山岩，东部鄂尔浑河及色楞格河流域，在早加里东褶皱基底上的晚里菲一早寒武世地槽带内，沉积了巨厚的碳酸盐岩和海底喷发的安山一流纹质火山岩系，其中贯穿有晚古生代和早中生代花岗岩体，其上叠加着二叠纪和早中生代的色楞格火山岩带，构成了色楞格火山—深成岩带。

晚三叠一早侏罗世中酸性侵入体及岩脉广泛发育，它们在该区成矿作用中有着重要的影响。

二、矿产

该成矿带按构造—建造特征及矿产分布状况可分为东、西两个成矿亚带，西部成矿亚带由于掌握的矿产资料太少，不再单独叙述，东部成矿亚带，主要指鄂尔浑河及色楞格河流域的范围，呈北东向延伸，其北东端延入前苏联外贝加尔西部，与火山作用有关的矿产以铜、钼、铅、锌为主，其次为铁矿。

铜—钼矿 包括额尔登特博矿结及周围一些零散的铜、铅矿点和铜钼矿点。矿化产于里菲—寒武纪及中生代的火山岩带内，以片岩、片麻岩、霏细岩、粗面斑岩、安山斑岩和粗面安山玢岩为主。矿化与二叠—三叠纪的花岗闪长斑岩、石英闪长斑岩等侵入岩共生。矿化类型有：斑岩铜矿，属晚古生代—早—中古生代产物，矿化规模较大；铜—沸石建造，产在二叠—三叠、三叠—侏罗纪安山凝灰—沉积岩中；含铜石英脉建造，产在二叠纪、三叠纪—侏罗纪的火山角砾岩化带中，多为矿点和矿化点。还有少量的矽卡岩含铜建造，产在早古生代闪长岩、二叠纪花岗岩与文德—下寒武统灰岩的接触带上。

构造断裂在该区的铜—钼矿化中，起着重要的作用。以北西向、近东西向和近南北向几组断裂较发育，额尔登特博矿结即产在北西向断裂系中。

三、矿例

额尔登特博铜—钼矿床 矿床位乌兰巴托北西 330km，达尔汗市西 185km，额尔登特博山脉的分水岭处。矿区主要出露色楞格杂岩体，为晚二叠—早三叠世的花岗岩类岩石，其中保留里菲—早寒武世片岩、片麻岩及早古生代的安山玢岩、粗面安山玢岩的岩墙和岩颈，侵入体可明显地分为 3 期，第二期的花岗岩类分布在矿床之边部，以斑状花岗闪长岩、花岗正长岩和正长岩为主，第一期闪长岩、辉长闪长岩和二长岩产在第二期岩体内，第三期侵入岩在矿带西北段形成形态复杂的岩株和岩墙，以英安斑岩岩墙分布最广泛。矿体由网状铜—钼矿脉组成。它们产于热液蚀变的花岗闪长斑岩及其周围的花岗闪长岩中。矿体的位置由北西向断裂和中部断裂带交汇处的局部构造所决定。矿体沿北西向延伸达 4.5km，宽 0.5—1.5km。矿化形态与花岗岩体基本一致，整个石英—硫化物细脉系分布在北西向的高渗透带内，该部位岩石的硅化、角砾岩化明显。中部矿体长 1350m，平面宽度 50—600m，主要分布在两个斑岩岩株的外接触带上，矿体呈扁平状。

矿石中铜的水平分带性清楚，铜含量由网脉矿体中心的 0.4%—0.5% 向边缘逐渐降低至 0.2%—0.3%，甚至 0.07%，矿床中部矿化较稳定，从地表到地下 500m 深处，含铜量保持在 0.4%—0.5% 之间，网脉矿体的侧翼和边部矿化随深度加大而明显减弱，至 1200m 和 1100m 处，含铜不超过 0.20%—0.25%。

原生矿石中，钼的矿化很不均匀并与铜的分布状况相反，即矿体边部钼含量高达 0.02%，矿体中部矿化较贫，含钼仅 0.012%，钼与铜之间无直接相关关系。

原生矿石带和次生硫化物富集带具有重要的工业价值，构成矿带北西段和中段的主要矿体。原生带金属矿物有黄铁矿、黄铜矿、辉铜矿、铜蓝、斑铜矿、方铅矿、黝铜矿、磁铁矿，非金属矿物有石英、长石、绢云母、石膏和萤石等。含铜 0.3%—0.7%，钼 0.008%—0.026%，伴生银，有害组分为砷、铋、铅、锌。

次生富集带含铜 0.13%—7.60%，钼 0.001%—0.760%，伴生元素有金、银、铌、硒、碲、铅、锌、铋和磷。

氧化矿石带和淋滤混合带以孔雀石分布最广，其它尚有大量铜和钼的氧化物。矿物组合及其分带隋况详见表 2—1。

表 2—1 额尔登特博铜钼矿淋滤带栖昆混合贫矿石的金属矿物

矿物分布情况	淋滤带	混合贫矿带
主要矿物	褐铁矿、钠铁矾、黄铁矿。	辉铜矿、铜蓝、孔雀石、水胆矾、硅孔雀石、褐铁矿、钠铁矾。
次要矿物	赤铁矿、硅孔雀石、铜铝磷石、水胆矾、孔雀石、蓝铜矿、磁铁矿、锰的氧化物。	黄铁矿、铜铝磷石、黄铜矿、磁铁矿。
少见矿物 (0.001%—0.011%)	辉铜矿、黄铜矿、铁钼华。	蓝铜矿、赤铜矿、假孔雀石、辉钼矿，自然铜。
极少见的矿物 (个别颗粒)	铜蓝、辉钼矿、钼钙矿、磁黄铁矿、斑铜矿、黝铜矿。	钼华、磁黄铁矿、斑铜矿、钼钙矿、黝铜矿、闪锌矿、方铅矿。

据研究，矿床可分为 8 个成矿阶段，3 个成矿期，主要成矿期(第二成矿期)的重要金属硫化物之析出顺序为铁—钼—钙—铅—锌。矿床属大型的斑岩型铜钼矿床。据报导该矿床占蒙古经济总值的 44%。

铁矿主要分布在成矿带的南东侧、鄂尔浑河右岸，构成巴彦戈尔铁矿带。铁矿具一定规模，产地较多，延长 300—350km，宽 30—60km。矿带主要由一加里东的地槽杂岩体组成。杂岩体被一沉积间断分为上、下两部分，下部由寒武纪碳酸盐岩—火山岩—片岩系和碳酸岩—砂岩系组成，上部由文德—寒武纪碳酸岩类和陆源—碳酸盐类岩石组成，并为不同时代的花岗岩体和辉长岩类岩体所穿插。

矿带之分布完全受巴彦河深断裂之控制，在与横向断裂的交汇处，往往为矿化富集地段。矿化直接产在花岗岩或花岗斑岩与碳酸岩—陆源岩的接触带上，属矽卡岩型磁铁矿矿石建造，成矿时代主要为古生代。

总结北蒙成矿带的矿产分布，有如下基本特征：

(一)区内铜、钼矿化普遍，以斑岩型为主，规模较大，具有相当远景。空间上它们与晚二叠—早三叠世的花岗岩类岩浆活动有关，或直接产在斑岩岩体中。

(二)铁矿产在寒武纪花岗岩(有时为泥盆纪次碱洼花岗岩和中生代花岗斑岩)与晚元古代及早中生代碳酸岩—火山岩—陆源岩的接触带上。

(三)铜、钼矿和铁矿的分布受北西向断裂之控制，矿化常富集在深断裂与其它方向断裂之交汇处。

5. 中蒙古成矿带

一、区域地质构造特征

成矿带位于蒙古中西部，作北西向延伸，从构造上看，它跨越了北蒙、中蒙和蒙古外加贝尔三个褶皱系，包括部分加里东褶皱构造，也包括部分华力西构造的边缘隆起，为一地缝合线拗陷，区内广泛发育文德一早寒武世绿岩沉积—火山岩系，伴有许多超基性岩和辉长岩体，在拗陷和向斜内为中晚古生代的陆源和陆上的火山岩成因产物所充填，拗陷构造具线状断块特点。区内早、晚古生代花岗岩类分布广泛，各类热液细脉、硅化带，黄铁矿化带沿北西向和横向断裂普遍见及。

二、矿产

区内与火山岩有关矿产以铜为主，此外尚有少量的金和铁，规模均不大，大部分为矿点。

铜矿 大部分铜矿点集中分布在巴彦洪戈尔地缝合线拗陷中，均属含铜石英脉建造。容矿岩石主要为文德一早寒武世的中、基性火山岩、灰岩及辉长岩类，有的铜矿点尚含有一定的铅，其成矿与二叠纪花岗岩类直接有关，成矿时代可能属二叠纪及早古生代。北西向深断裂控制着铜及部分多金属矿带的分布，横向断裂与之交切的部位决定着矿点的位置。

金矿 多为砂矿、原生矿极少，金矿的分布主要与晚前寒武纪一早寒武世的地缝合线拗陷及古生代复向斜部分地区的陆源岩、碳酸盐岩和火山岩组成的地槽型杂岩体有关。含金区多集中在北西向断裂与其它方向不明的构造破坏带的交切点附近，其成矿时代估计不超过古生代。矿石主要为金—硫化物—石英建造和少量的金—矽卡岩建造。

6. 蒙古外贝加尔成矿带

一、区域地质构造特征

该成矿带属蒙古外贝加尔褶皱系之西段。整个褶皱系从杭爱山高原延伸至肯特山，向东延至外贝加尔地区。该成矿带位于肯特山区，为蒙古西部最重要的成矿构造带之一。

区内主要出露晚元古界及下寒武—中寒武统、下奥陶统、泥盆系、石炭系及二叠系地层，这些地层组成了两个大的构造层。加里东构造层构成褶皱系边缘及内部复背斜，华力西构造层，构成褶皱系中的复向斜。两个构造层之上覆有三叠系、侏罗系陆相火山岩及磨拉石沉积。岩浆活动较广泛，从早古生代、石炭—二叠纪、三叠—侏罗纪到一晚侏罗世，均有花岗岩类及闪长岩类岩体的侵入，以早中生代花岗岩类岩浆作用最为强烈，纵向的深断裂在区内较发育，并多为控矿构造，常常由彼此靠近并近于平行的断裂所组成，或形成复杂的雁行状断裂系。

二、矿产

区内的伊鲁河断裂将成矿带分为南北彼此有明显差别的两部分。南面以有色和稀有金属为主，与火山作用无关系，北部则主要为与火山作用有关的金矿化，矿点相当集中，此外尚有少量的铁矿床和矿点。

金矿 该成矿带包括蒙古绝大部分的原生金矿和砂矿，为蒙古最重要的含金带。在成矿区内及以外地区还广泛发育金的重砂晕。原生金矿主要分布在包罗宗英德矿区内，矿化多见于晚元古代绿岩及早古生代陆源复理石建造的热液石英脉中，而这些石英脉又与中生代的闪长玢岩、闪长岩、辉长闪长岩、岩脉和小岩体有着空间和成因上的联系。最广泛的矿石建造为金—硫化物—石英建造。矿物类型主要为金—黄铁矿—毒砂型(如苏祖赫塔、纳依托洛盖矿床)和金—电气石—石英型(如沙查盖矿床及沿伊乌鲁河流域分布的一些金矿点)。

三、矿例

沙查盖金矿床 位于苏赫巴托南南东约 95km 的巴彦戈尔断裂带中。含矿石英脉，产在一多期晚古生代花岗岩体的北东向断裂富集带内。石英脉具透镜状和不规则状，长 140m，厚 0.5—1.6m，常产在片理化石英闪长岩内，有时产于花岗闪长岩的接触带内，近脉蚀变有闪长岩的绢云母化、黄铁矿化，并有许多石英细脉分枝。

含金石英呈乳白色、多裂隙。裂隙内发育绿泥石、绢云母、兰铜矿。金属矿物有黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、辉锑矿和黝铜矿。多呈细脉浸染状。氧化带中有褐铁矿、铜兰、孔雀石、金粒达 0.5mm，绿黄色不规则状，见于硫化物淋滤孔洞中和脉石英中。金一般含量不高，矿脉中尚含有 Cu、Pb、Zn、Ag、As、Bi 等，含量达 1%，Mo 含量百分之几。

铁矿 成矿区内的铁矿主要分布在北肯特隆起的东南部。大部分为一些矿点和矿化点。矿化产在一套巨厚的前寒武纪到早古生代变质的砂岩—片岩的下部，含矿岩系由石英—钠长石—绿泥石片岩，石英—白云母—绿泥石片岩、基性喷发岩变质而成的绿片岩、受变质砂岩、碧玉石英岩和石英岩互层组成。含矿层均由含赤铁矿透镜体的碧玉石英岩和石英岩夹层组成。

四、蒙古外贝加尔成矿带的成矿特征可概括如下：

(一)成矿带内与火山岩有关的金属矿产主要见于北部，系以金为主的成矿亚带。金矿的分布主要受区内的伊鲁河断裂及伴生的裂隙密集带之控制。

(二)金矿化多见于晚古生代绿岩及早古生代的陆源复理石建造的热液石英脉中。与中生代闪长岩类小岩体和岩脉有空间和成因上的联系。以金—硫化物—石英建造最为重要，属金—黄铁矿—毒砂型。

(三)铁矿与前寒武纪及早古生代的巨厚的火山成因的变质岩系有关，含矿层本身即为赤铁矿碧玉石英岩与石英岩夹层组成。但已知铁矿规模均较小，不具大的工业意义。

哈萨克斯坦成矿省

1. 哈萨克斯坦成矿省成矿规律

哈萨克斯坦以复杂的镶嵌构造为特征,主要由遭受强烈挤压和切割的喷出岩和侵入体组成,深断裂是该区的特殊构造单元,它们分割了地质发育史的不同阶段,即相邻断块中的构造岩相带。喷出岩和侵入体常沿其侵入形成了不同时期、种类不同的矿产,使区内成为前苏联最大型的采矿工业区,区内的矿产以与火山作用有关的金属矿产占重要地位。如阿尔泰的黄铁矿型多金属矿、乌斯品的阿塔苏型铁锰—铅锌矿化,巴尔喀什的科翁腊德斑岩铜—钼矿、北哈萨克斯坦的博谢库利和阿尔马雷克铜矿;阿赖山脉的汞锑矿硬北天山的铅锌矿等。大部分多金属矿产还伴有数量可观的金可综合利用。

哈萨克斯坦成矿省为乌—蒙褶皱带的主要部分。包括前苏联的阿尔泰、扎尔马—萨乌尔、乌斯品、巴尔喀什、准噶尔、成吉思—塔尔巴哈台、巴彦阿乌尔、杰兹卡兹干、楚伊犁、乌卢套、北天山、卡拉套及蒙古的南蒙古等 13 个成矿区带(或亚区带)。

总结以上各成矿区(带)与火山岩有关的金属矿产的地质矿产特征,对整个哈萨克斯坦的矿产分布规律,可得出如下认识:

一、哈萨克斯坦成矿省是以铅、锌、铜、多金属、铁锰和稀有金属为主的综合性成矿域

区内具有重要工业意义的矿床类型如阿尔泰型黄铁矿多金属矿,阿塔苏型铁锰、铅锌矿、霍尔宗型铁矿、科翁腊德型斑岩铜矿、捷克利型层控铅锌矿等均属沉积建造或火山—沉积建造矿床,它们与这类地质建造密切共生,具有固定的联系。矿化多为复成的并具多时陆,按形成方式可分为两种矿石相:沉积成因矿石相和后生成因矿石相。沉积成因相矿石,本身是含矿建造的组成部分,属层状地质体,矿石的形成服从于沉积作用规律;后生成因相矿石为含矿溶液运移途中形成的交代产物,矿既有交切层理的,也有与层理一致的层状体,随着地质构造环境的不同,它们表现出既有共同的特征,又有明显的差别。

二、成分和层位

铅、锌、钼、锰和铁 5 种元素的共生组合为该成矿省最典型最广泛的矿化组合。多次出现在许多地质年代的层位上,其中最大的聚集体均与晚古生代地层有关。这类矿化组合多伴生有银、金、镍、硒、碲等元素,为哈萨克斯坦地区最重要的矿化类型,其中工业意义景大的阿尔泰型黄铁矿多金属矿集中分布在中、上泥盆统至下石炭统中的 3 个层位上。钼、钽组合技钼、铅、锌组合的巨大聚集体均属下古生界(寒武—奥陶系),这包括区内的卡拉塔斯—捷克利层位,布鲁塔斯层位;含铁石英岩及部分多金属矿化,如卡尔萨克派层位,主要见于前古生代地层中。

三、大地构造位置

优地槽带以黄铁矿—铜和锌矿化为特征,准地槽带,含有高浓集的铜、铅、锌、钼、铁、锰、氟,过渡型的混合地槽带内,有黄铁矿型铜、铅、锌矿石的巨大矿体。另外混入元素的分异也表现出明显的规律,仅在混合地槽带的黄铁矿矿石中,才有高浓集的硒、碲、砷和金

的混入，而铈、锑、汞则是准地槽带的特征，正地槽构造带的黄铁矿矿石仅有低含量的混入元素。

在不同大地构造位置，火山成因建造组中含碱量有明显变化，相应的含矿性也不同，往准地槽构造方向，火山岩的钾含量变得越来越商，而含矿性则由具钠质火山作用的正地槽构造带中的铜—锌矿，向具含碱量无规律的混合地槽中的多金属矿，到具高钾质建造的准地槽中的铅、锌、钡和铁锰矿过渡；准地槽钾质火山建造的矿化仅出现在建造与真正碳酸盐岩石的共生之中；对于交代的黄铁矿，其数量随火山岩含钾量减低和含钠量增高而增多，而沉积相中则相反，黄铁矿数量随火山岩含钾量的降低而增多。

四、矿化与火山分异的关系

业已查明，铁、锰、铜的小型矿体与未分异的玄武岩建造有关，铜—锌矿化出现在玄武岩占优势的顺序分异的火山建造中，以流纹岩为主的沉积—火山建造中，矿石多为铜—铅—锌，端元分异的火山建造以铅—锌—重晶石。铁、锰矿石的大型矿体为主。

五、矿化的韵律性和分带

由大韵律到小韵律不同序次的韵律性，是该区含矿沉积物的突出特点之一。多金属矿床的分带现象是又一显著特征。在矿区阿尔泰含矿的玄武岩—流纹岩建造中，不同成分的矿石在不同层位上的韵律分布，受岩石含碱量制约，下部层位火山岩含钾偏高($K>Na$)，常出现银—金—钨多金属矿床；中部层位火山岩钾、钠含量大致相等，多伴随黄铁矿—多金属矿化，上部层位较基性的安山—英安质火山岩多与黄铁矿—多金属矿化和黄铁矿—铜—锌矿化共生。总之由下部层位到上部层位，随着火山岩基性成分的增高，钾的作用减少，钠的作用增大，铜、锌、黄铁矿的含量在矿石中增多。

在阿塔苏矿区法门—杜内期的沉积中，矿石的韵律表现为下部由类复理石层与黄铁矿和黄铁矿—闪锌矿互层，上部由结核—层状硅质灰岩与铁锰矿石互层组成，共有 5 个韵律层，而在其它地方某些同类矿床，则韵律性表现不明显。

关于矿床的分带性，可分为两种截然不同的类型。矿区阿尔泰型矿化的分带具后生矿石相火山成因黄铁矿—多金属矿床的特点。从矿层的底板到顶板，硫铁矿矿石依次为铜—黄铁矿矿石、铜—锌矿石、多金属矿石和重晶石—多金属矿石所代替。同时根部的脉状矿体向上过渡为凸镜状—层状致密矿石的网脉型细脉状矿石。阿塔苏型的分带，以具同一已、圆状的矿石分带为特征。中心为石英核，向外依次为石英—氢晶石带、重晶石—闪锌矿—方铅矿带，闪锌矿和黄铁矿带。

六、成矿条件好的地区具火山岩建造厚度大、侧向分带窄等特点

这样的地区大致与加单东固结带和华力西固结带的结合带相一致，是矿产最为富集的地带，哈萨克斯坦成矿省大部分的铅、锌矿和著名的铜矿几乎均产在这样的位置。具体的说有 3 个这样的地带：一是中哈萨克斯坦和北天山的东西区之间（以北起科克切塔夫地块以东大体近南北向延伸，然后折向东南，通过巴尔喀什湖中段，再从准噶尔阿拉套地块以北进入中

国一线为界)，该区包括乌谢克、捷克利、阿克巴斯陶、阿克扎勒—阿克索兰、科翁腊德乌斯品、萨雷沙甘等重要矿床。另一条是山区阿尔泰亚带与矿区阿尔泰之结合带，这里有著名的矿区阿尔泰型的大部分黄铁矿—多金属矿床，第三条是南、北天山之间，包括卡拉套山区的铅锌矿及北天山南缘的许许多多的多金属矿床。这三条矿化的集中区或者是由于在地壳固结过程中地壳物质的相互推挤，或者是由于较晚的固结作用对较早已形成的陆壳的改造使得这样的结合带地质情况十分复杂，构造岩浆和火山作用大大加强，反复长期的内生过程，使之具备了元素富集的有利条件，因而形成类型多样、矿种齐全的各类矿产。

七、大部分有工业价值的矿床，除受火山地层和岩性控制外，无论在区域上或局部范围内均直接受火山构造的控制

区域上大部分矿床产在火山—构造洼地中，即产在火山隆起的连接部位，而局部的层火山构造，火山间洼地和破火山口状洼地常决定着矿田和矿床的分布，即不同类型、不同规模和不同时期的火山构造产有不同类型、不同时期的矿结、矿田和矿床。

区内北西、南北向和近东西向的区境}生断裂的交汇处，常常是火山构造之所在，也是有工业价值矿床的重要分布区，如矿区阿尔泰有色金属储量的 90% 以上集中在这些部位，尤其是那些强烈挤压带。

2. 阿尔泰成矿亚带

一、区域地质构造特征

阿尔泰成矿亚带东北面与山区阿尔泰成矿带相连，西南与扎尔马—萨乌尔成矿带毗邻，呈北西向延伸，大地构造上属斋桑华力西褶皱系中的华力西线性构造单元，北西开阔，往南东变窄，直接延入中国境内。该成矿带地质工作程度和普查勘探程度均较高，可称为前苏联较富裕的边区。业已查明，区内有大量的多金属、金、铜和稀有金属矿产，是前苏联最大的有色金属矿物原料基地之一，素有“有色金属巨人”之称。

该成矿亚带自北东向南西依次可分为 5 个构造—建造带，即霍尔宗—萨雷姆萨克塔构造—建造带，矿区阿尔泰构造—建造带、额尔齐斯构造—建造带，卡尔巴—纳雷姆构造—建造带和西卡尔巴构造—建造带，各带的地质建造特征详见表 3—1。总起来看，该区为以火山—沉积岩为丰的华力西构造层，不整合产于前寒武纪和加里东构造层之上。华力西旋回的早期(早泥盆世—早石炭世)为构造活动时期，以矿区阿尔泰最为强烈，岩浆活动使基底破坏，出现了两极分异的玄武岩—流纹岩建造，安山岩及安山岩—玄武岩建造；中期(早石炭—晚石炭世)构造活动最强，交替出现的挤压—拉伸作用和差异回返隆起使之形成次火山斑岩的侵入体建造，辉长岩，斜长花岗岩，火山，深成建造，表现最强烈的仍为矿区阿尔泰；晚期(晚石炭世—二叠纪)则表现为巨大的花岗岩体带的形成，主要分布在卡尔巴—纳雷姆带，其次为矿区阿尔泰和额尔齐斯带。断裂构造在整个华力西构造层中表现清楚强烈，额尔齐斯和

表表 3-1

阿尔泰线性地质构造带沉积建造和火山沉积建造(华力西旋回)

期	阶段	西尔巴基塔		卡尔巴-纳雷姆基塔		阿尔泰基塔		阿尔泰基塔		阿尔泰-伊雷	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
晚 期 (燕山期)								灰色粉砂岩-砂岩建造, C_1-P_1 ; 穆列木基坎组: 1 600km ² , 1 100km ³	1.1		
中 期 (阿拉伯)				陆相玄武岩-英安岩建造, C_2 ; 卡尔古塔组: 500km ² , 200km ³	0.4			英安岩-安山岩建造, C_1 ; 普尔日哈组: 1 200km ² , 1 200km ³	1		
		陆相玄武岩-安山岩-英安岩建造, C_{2-3} ; 阿坎巴组: 1 000km ² , 1 500km ³	1.5					陆相玄武岩-安山岩-英安岩建造, C_{2-3} ; 乌什托巴组在别洛卡组组: 1 000km ² , 900km ³	0.5	陆相玄武岩-英安岩建造, C_{2-3} ; 戈普诺夫组: 1 600km ² , 1000km ³	0.4
		陆相玄武岩建造, C_2 ; 普尔日哈组: 5 000km ² , 10 000km ³	1.8	陆相玄武岩建造, C_2 ; 普尔日哈组: 5 000km ² , 12 600km ³	1.4	陆相玄武岩建造, C_2 ; 普尔日哈组: 1 000km ² , 1 100km ³	1.1	陆相玄武岩建造, C_2 ; 普尔日哈组: 5 300km ² , 2 450km ³	0.5		
早 期 (晚华力西)	后 阶段	海相砂岩建造, C_{1-2} ; 阿坎巴组: 1 200km ² , 2 400km ³	2	海相砂岩建造, C_{1-2} ; 普尔日哈组: 11 500km ² , 16 100km ³	1.4			海相玄武岩-玄武岩建造, C_{1-2} ; 普尔日哈组: 5 000km ² , 7 000km ³	1.4		
		海相玄武岩-玄武岩建造, C_{1-2} ; 普尔日哈组: 10 000km ² , 17 000km ³	1.7	海相玄武岩-玄武岩建造, C_{1-2} ; 普尔日哈组: 15 000km ² , 22 500km ³	1.5			海相玄武岩-玄武岩建造, C_{1-2} ; 普尔日哈组: 10 200km ² , 20 400km ³	2	海相玄武岩-玄武岩建造, C_{1-2} ; 普尔日哈组: 4 000km ² , 8 000km ³	2
								海相玄武岩-玄武岩建造, C_{1-2} ; 普尔日哈组: 9 200km ² , 32 200km ³	3.5		

续表 3-1

期	阶段	西尔巴基塔		卡尔巴-纳雷姆基塔		阿尔泰基塔		阿尔泰基塔		阿尔泰-伊雷	
		1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
早 期 (晚华力西)	前 阶段	海相玄武岩建造, D_{1-2} ; 12 000km ² , 16 000km ³	1.5	海相玄武岩建造, D_{1-2} ; 普尔日哈组: 11 500km ² , 24 000km ³	1.3	海相玄武岩-玄武岩建造, D_{1-2} ; 普尔日哈组: 7 200km ² , 12 240km ³	1.7	陆相玄武岩-安山岩建造, D_{1-2} ; 普尔日哈组: 15 000km ² , 21 000km ³	1.4		
								海相玄武岩-玄武岩建造, D_{1-2} ; 普尔日哈组: 12 500km ² , 25 000km ³	2	海相玄武岩-玄武岩建造, D_{1-2} ; 普尔日哈组: 5 000km ² , 12 500km ³	2.5
		海相玄武岩-玄武岩建造, D_{1-2} ; 12 500km ² , 24 000km ³	2	海相玄武岩-玄武岩建造, D_{1-2} ; 普尔日哈组: 18 500km ² , 37 000km ³	2	海相玄武岩-玄武岩建造, D_{1-2} ; 普尔日哈组: 21 000km ² , 21 000km ³	3.5	海相玄武岩-玄武岩建造, D_{1-2} ; 普尔日哈组: 8 500km ²	1	海相玄武岩-玄武岩建造, D_{1-2} ; 普尔日哈组: 3 000km ² , 4 500km ³	1.5
								海相玄武岩-玄武岩建造, D_{1-2} ; 普尔日哈组: 12 000km ² , 42 000km ³	3.5	海相玄武岩-玄武岩建造, D_{1-2} ; 普尔日哈组: 28 000km ² , 28 000km ³	4
		海相玄武岩-玄武岩建造, D_{1-2} ; 5 000km ² , 10 000km ³	2	海相玄武岩-玄武岩建造, D_{1-2} ; 普尔日哈组: 20 000km ² , 20 000km ³	1	海相玄武岩-玄武岩建造, D_{1-2} ; 普尔日哈组: 9 000km ² , 18 000km ³	2	海相玄武岩-玄武岩建造, D_{1-2} ; 普尔日哈组: 8 000km ² , 8 000km ³	1	海相玄武岩-玄武岩建造, D_{1-2} ; 普尔日哈组: 9 100km ² , 27 300km ³	3

注: 1—建造; 2—阶段; 3—分布面积; 4—体积

2—平均厚度或侵入深度(km)(下同)

东北大断裂以及东西向的横断裂，不仅控制了构造—建造带的分布，并常常决定着火山中心的位置和矿结的分布。

二、矿产

阿尔泰成矿亚带是前苏联最重要的多金属、金和稀有金属成矿区，尚有一定数量的铁矿。据统计区内已知有 1800 余处矿床和矿点，其中以矿区阿尔泰和卡尔巴—纳雷姆带分布数量最多。大部分矿产的分布取决于火山岩及侵入体的展布。以多金属、黄铁矿—多金属及铜、铅锌矿为主。矿床几乎无一例外地产生在中—上泥盆统火山—沉积岩层中。黄铁矿型多金属矿建造是最有工业价值的矿石建造。

黄铁矿型多金属矿化

该类矿化主要见于矿区阿尔泰和霍尔宗—萨雷姆萨克塔带，矿化分布与构造—建造带的展布基本一致，呈北东—南西向带状延伸。主要的工业矿化集中于阿尔泰的华力西地槽拗陷构造—建造带和滨地槽拗陷带中，如科尔贡、库里莫斯基、阿努伊斯基—丘伊地槽拗陷带，均为重要的工业矿床分布区。

黄铁矿型多金属建造包括 3 个主要亚建造，即黄铁矿—重晶石—多金属建造、铜—锌建造和铅—锌建造。它们多产于泥盆纪的石英角斑岩建造内，有少数矿点产在安山岩—英安岩建造中。石英角斑岩建造的剖面性质和岩石化学成分的不同是形成上述 3 种不同矿石建造的主要原因。例如矿区阿尔泰中部的列宁诺戈尔斯克及毗邻的兹麦伊诺戈尔斯克地区，剖面下部钠—钾质系列岩石占很大比重，与其有关的次火山侵入体钾含量也很高，该成矿亚带中形成的矿床主要为多金属矿石或以铅为主的矿石建造、即黄铁矿—重晶石—多金属建造，它们主要由交代的铅—锌矿组成。属这类矿石建造的有奥尔洛夫矿床，塔洛夫矿床，佐洛图中矿床等。而在别洛乌宾—迈尔美构造建造亚带的边缘地区，断续发育着钠质斜长斑岩系岩石，剖面中安山岩—英安岩岩石成分比重较大，相应分布着黄铁矿—多金属矿，矿石成分主要为铜和铜锌，矿床中常见大量辉绿岩成分的喷出岩和侵入岩。属此类型的有季申矿床、科尔巴利哈矿床和拉祖尔矿床等，由此看来矿化在石英—角斑岩建造中有明显的分带性。含铅较高的矿化多分布于建造的下部，即在早期的钠—钾系列岩石中，含铜或铜—锌较高的黄铁矿为主的矿化则主要分布在剖面的中部和上部，即石英—斜长斑岩系岩石中，有人估算，在阿尔泰地区华力西期形成了 93900km² 的火山岩，其大部分集中在矿区阿尔泰，这些岩石均属钠—钾型和钾—钠型的钙碱系列火山岩，且为化学成分变化颇大的属端元分异的玄武岩—流纹岩建造。

黄铁矿多金属矿具层状和多层位性的特征，据格·依·谢尔巴和弗·依·戈热夫斯基及恩·恩·宾德曼等人的统计，矿区阿尔泰工业矿床的 92% 分布在泥盆系中，铜、铅、锌总储量的 99.85% 集中在中、上泥盆统及下石炭统中。泥盆纪—早石炭世的黄铁矿多金属矿主要形成于 3 个火山活动时期，这就是中泥盆世的艾菲尔期、中泥盆世的吉维特期和上泥盆世—早石炭世的法门—杜内期。每个火山旋回活动阶段都有一些原生黄铁矿多金属矿的生成，

矿化的多旋回性和多层性是火山活动的旋回性密切相关的,与每一旋回相对应均有一矿化富集层位,可分为4个含矿层,第一含矿层(下艾菲尔阶)有列宁诺戈尔斯克—孜良诺夫亚带的所有矿床和区内50%的多金属矿床;第二含矿层(上艾菲尔阶)包括马列耶夫矿床、季申矿床、格列霍夫矿床;第三含矿层(上艾菲尔阶或吉维特阶)有别洛乌索夫、奥尔洛夫、佐格图申、舒宾等矿床;第四含矿层(法门阶和杜内阶)有尼古拉耶夫、卡梅申、额尔齐斯和别列佐夫矿床。艾菲尔阶的矿床数占该区矿床总数的59.5%,它拥有铜、铅、锌总储量的71.5%,是泥盆系中最重要的多金属矿层位。

黄铁矿多金属矿床大多数学者认为主要系与容矿火山沉积岩层的堆积同时生成的,但整个成矿过程可分为热液沉积,热液和后期变质3个阶段。业已查明,热液交代型矿体均存在于泥盆纪剖面不同层位上,还找到了晚泥盆世斑岩和早石炭世辉绿岩岩墙对矿石接触作用的标志,这些都为矿化属于泥盆纪并具多层性提供了新的证据,又根据对铅硫同位素的测定,肯定了热液沉积和热液变质矿床的矿液是同源的观点,即由深源玄武岩浆分异生成的中生代岩浆是这类矿床的矿液来源,这也为泥盆系地层中表现形式多样、具多层性的黄铁矿多金属矿床的生成提供了理论上的新依据。

矿区阿尔泰成矿构造中的石英角斑岩,一般为玄武岩—流纹岩。主要由酸性火山岩组成,基性岩少量,从矿床的分布可看出矿体与岩浆岩(包括中生代的火山岩和深成岩)间存在有一定的亲缘关系。其北东带(列宁诺戈尔斯克—孜良诺夫和霍尔宗—萨雷姆萨克—京亚带)主要由酸陆火山岩组成,相应的铅锌多金属矿床较集中,在南西带,火山岩的组成偏基性、相应的铜含量增高的黄铁矿—多金属矿床较集中,这一规律已为统计学所肯定。

矿床的围岩大多数为酸性火山岩之上或其下的正常沉积岩,以泥质的、硅质的、石灰质的、有时是炭质的粉砂岩层(如别列佐夫矿床、里德杰尔—索科克矿床),极少数为凝灰砂岩(如科尔巴里欣矿床),一些含铜和锌较高的矿床(如尼古拉耶夫和奥洛夫矿床)其围岩主要为流纹—英安质火山岩,少量安山—英安质火山岩,个别矿床的围岩为爆发角砾岩(如佐格图申矿床)。矿体的顶板,多为粉砂岩,但也有酸性火山岩和次火山岩。在矿田内,普遍分布有侵入的次火山斑岩体,它们与矿体在空间上有密切的关系,在很多矿床中,斑岩本身就含矿,还有的矿床无论在空间上还是构造上都明显地与基性、中性和弱酸性的脉岩有关。

大量的资料证明,矿区阿尔泰具工业价值的矿床,其矿石成分及空间分布往往与岩石的相成分有关。对一些大型的多金属矿床、重晶石—多金属矿床而言,最有利的岩相是距海底喷发中心约2km的硅质岩相、碳酸盐—硅质岩相、细粒凝灰岩相和层凝灰岩相,而黄铁矿矿床、黄铁矿型铜矿及某些黄铁矿型多金属矿床,则主要产于近火山口的次火山岩中,如尼古拉耶夫和苏加托夫矿床,最有远景的岩相,应当是每一火山旋回结束时形成的火山—沉积剖面顶部的火山岩和沉积岩的交互层,如列宁诺戈尔斯克的大量矿体产于艾菲尔阶列宁诺戈尔斯克组与克柳科夫组岩石的接触面上,佐洛图申矿床产于硅质页岩和细粒凝灰岩的互层中。别列佐夫、谢苗诺夫矿床产于细粒凝灰岩、灰岩、炭质页岩交互的砂泥质岩石中。

黄铁矿型多金属矿化受构造的控制也比较明显。除深大断裂、破碎带、层间构造、环状断裂等一般构造对矿床的分布有控制作用外，更重要的是这类矿床，无论在区域范围或局部范围内，均受泥盆纪火山构造的控制。矿区阿尔泰最大的两个区域性火山构造是阿列伊和锡纽申火山地背斜。这种长数百千米的大型火山构造形成于中泥盆世初期，其中产有泥盆纪玄武岩一流纹岩建造的火山管道相—近火山管道相和中间岩相的火山岩、背斜的斜坡上常常形成古火山洼地，产出厚度巨大的以酸性岩为丰的火山岩(约 1000—3000m)。火山地背斜被不同方向的断裂切割后形成许多火山—构造断块，构成次级火山—构造隆起或洼地。在火山构造洼地中堆积着一套繁杂的火山岩相和混生岩相，充填着两极分异的玄武岩一流纹岩建造的火山沉积物，黄铁矿型多金属矿床，就分布在这些火山构造洼地之中。如列宁诺戈尔斯克，滨额尔齐斯、萨克马里哈等火山洼地，它们分别是同名矿区或一些大型矿床的控矿构造。因此可以说，矿区阿尔泰的多金属矿床，主要分布在火山地背斜的斜坡上及火山地背斜与地槽拗陷的连接部位，大多数矿床产在火山—构造洼地中，即产于古火山隆起的连接部位。区内局部火山构造有 3 类：正向的层火山构造(直径 5—10km)、负向的火山间洼地和破火山口洼地，这些局部构造常常决定着矿田和矿床的分布。

以上所述的火山构造，在矿区阿尔泰地质工作的早期就已发现，但它们与矿化之间的关系并未引起人们的注意。只是近年来，随着火山层控成矿理论的发展，才逐步认识到黄铁矿—多金属矿的形成和分布与火山构造密切相关，即泥盆纪不同类型、不同规模和不同时期的火山构造产有不同类型不同时期的矿结、矿田和矿床。区内的火山构造，主要出现在北西向、南北向和近东西向断裂的交汇处，矿区阿尔泰有色金属储量的 90%以上集中在这些部位，尤其是那些强烈挤压带。黄铁矿多金属矿的主要储矿构造为层间构造，尤其是与深部陡倾断裂组合一起的层间断裂，于成矿最有利，其次为断裂带及被小褶皱和片理化复杂了的小断裂；各种构造形态的组合，决定了大部分矿体具有较复杂的形态。原生矿体有透镜状、脉状、网脉状、筒状、蘑菇状和矿柱等。它们多为与围岩呈“整合交错”的复合形态。经构造岩浆改造造成的次生矿体由于压扁、透镜体化、香肠化、切割或发生变质、重结晶等作用，而变得极不规则。

黄铁矿多金属矿化形成于花岗岩类侵入之前，两者间无明显关系。但对矿化的改造富集起了重要作用。矿床的典型围岩蚀变有硅化、绢云母化、绿泥石化，有时集中表现为青磐石化。

矿石成分复杂、伴生元素众多为黄铁矿型多金属矿床的又一大特点。据统计，该类矿床大约有 170 多种矿物。闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、黄铁矿、磁黄铁矿等金属矿物的存在是该类矿床矿石的重要标志。各矿床之间按主要金属矿物、黄铁矿及重晶石的不同比例关系相区别。总的说来，矿床中铜比铅少，黄铁矿的数量大大超过多金属，矿石中含有钡、锑、砷、铋、硒、钼、锰、金、银、镉、铟等伴生元素及多种稀有矿物，但镍、钴仅具痕量。

关于黄铁矿多金属矿床的成因自 30 年代起即有争论，目前仍存在着两种不同的假设。一种假设认为具工业意义的矿化与晚古生代衍生花岗岩类的岩浆作用有关。另一种假设认为矿床的形成与泥盆纪的火山作用有关。第一种观点长时间内一直占着统治地位，但在弗·依·斯米尔诺夫和格·恩·谢尔巴的有关论著发表后，矿化与泥盆纪火山构造的关系得到许多地质学家的承认。近年来对古火山构造广泛深入的研究，更使这一观点得到有力的推进。

在额尔齐斯河沿岸边缘凹地中分布有尼古拉耶夫、卡梅申、塔洛夫、鲁利欣等铜—锌矿床及一系列的黄铁矿—多金属建造的矿点及多处矿化点。莫斯科大学阿尔泰矿山勘探队对其进行过详细的古火山分析研究，发现其大部分矿床(94.6%)和有色金属的储量(99.9%)都控制在玄武—流纹岩建造的地层中，并主要分布在 3 个层位。岩相分析还表明，大部分矿床皆位于长期性和继存性发育的泥盆纪火山作用的中心范围内，有的产于层火山的顶部或坡部复杂化的局部火山—构造洼地中，矿体具火山—沉积成因的可靠标志。矿体常呈规律性地产于古火山洼地的最低部位。或一系列的火山构造(层火山、喷出岩钟、破火山口洼地)中。矿体上部富铅，下部富铜，有明显的分带性，较深的黄铁矿矿化与火山岩层有关，并多局限在次火山岩体内部。

由以上所述，不难看出，黄铁矿型多金属矿床的生成，明显地受古火山构造的控制，矿化的类型与火山岩岩性有密切关系，矿化富集的层位与周期性的火山活动的一定阶段有关，具显著的分层性和多层性，因此该区黄铁矿—多金属矿的火山成因倾向是显而易见的。再结合该类矿床其它地质特征可以认为已构成一种独立的工业类型，它与世界上其它的同类矿床及黑矿型矿床既有相同之处，又有明显的差别。因此，深入研究该类矿床的成矿作用、地质特征、区域分布规律及普查找矿标志，无疑有着理论上和实践上的重要意义。

三、矿例

列宁诺戈尔斯克矿床 矿床于 1784 年发现，1789 年起进行开采，1941 年前称“里德杰尔斯克矿床”。矿田由彼此相距不远的若干个矿床组成，包括里德杰尔矿床、克留科夫矿床、伊利英矿床和索科尔矿床等。

矿田为一近东西向的火山构造洼地，并被泥盆系火山沉积物所充填。矿区内出露泥盆系列宁诺戈尔斯克组、克留科夫组、伊利英组和索科尔组。矿区内的岩浆岩有玄武玢岩层，斜长花岗岩层状体，最新的为陡倾的安山玢岩岩墙，推测属于晚石炭世。它们集中在流纹斑岩中及不同方向的裂隙中。由于火山作用，使流纹岩成为火山穹隆。矿区内可分出许多单个小矿体，均赋存在小型穹隆中。黄铁矿—多金属矿集中在火山活动结束后形成的泥盆系列宁诺戈尔斯克组上部流纹斑岩与克留科夫组的钙质粉砂岩的接触部位。矿体形态有两种截然不同的类型。剖面上部为重晶石—多金属层状矿体，剖面下部为网脉状多金属矿。矿化以石英—硫化物细脉形式出现。少数为致密脉状硫化物。前者与围岩的生成是同时的，后者显然是后成的。主要金属矿物为闪锌矿、方铅矿，次为黄铁矿及黄铜矿。非金属矿物有石英、重晶石、

方解石、绢云母等。矿石成分具带状特征，其形成与一定的热液作用有关，是在不同的岩相环境中长期发展的结果。由于早期和晚期热液成矿沉积叠加，从而形成复合矿体，并出现矿石的明显分带特征。

矿床受北东向构造及火山穹隆的控制，呈线状分布。火山内部裂隙的密集程度和排列方向，决定着矿体的形态。

铁矿

该区的铁矿以火山成因的霍尔宗型铁矿建造最重要，为整合产于泥盆系喷发岩—凝灰岩层中受变质的赤铁矿—磁铁矿矿层或透镜体矿层。矿化是浸染状，以磁铁矿、角闪石—磁铁矿、磷灰石—石英—磁铁矿矿石为丰，有时赤铁矿也很多。矿带呈整合产出，受断层控制。矿带长 3—5km，矿体厚 1—12m，有时达 400m，矿石品位 50%—70%，含磷 0.002%—0.1300%，含硫 0.2%。矿床成因，暂认为是与泥盆纪火山—沉积岩有关的热液—沉积型或气成热液交代型。属此类矿床的有马尔卡科尔矿床、科罗比哈矿床等。矿床规模小—中型。

金矿

该成矿带的金矿以多金属矿床中的伴生金为丰。少部分为产于卡尔巴和南阿尔泰的独立金矿床。它们大多数属各种类型的热液矿床。

在矿区阿尔泰，金主要与硫化物—多金属矿床和含铜黄铁矿床有关。矿床中除含铅、锌、铜和稀散元素外，含金、银均较高，在以铜—锌为主的黄铁矿—多金属矿床中，含金一般不高，而含银较高，但在矿床氧化带，金有增高之势。金与主要成矿元素间无明显的相关关系，却常常与矿床结束阶段的产物——方铅矿、黄铜矿、黝铜矿、石英和重晶石有关。金主要呈自然金及银金矿产出。别洛乌索夫、额尔齐斯和佐洛图申等矿床属此类型，为伴有大量金的多金属矿床。

在卡尔巴地区含金的多金属矿床构成独立的金矿带，在南阿尔泰，则与其它类型矿床共生，构成混合成分的金矿带。卡尔巴金矿带内，金矿化明显地受 3 条北西向深断裂控制，近东西向与北西向断裂之交汇处对矿化较为有利，金矿化分 3 种主要类型：石英脉型；挤压带中的浸染状金—硫化物型；黄铁细晶岩化花斑岩和石英岩中的含金带，含金石英岩发育在火山成因的钙质—硅质岩相底部。含金石英脉多产在火山—沉积相向纯陆源相过渡的细层砂页岩岩层中。

3. 扎尔马—萨乌尔成矿亚带

一、区域地质构造特征

扎尔马—萨乌尔成矿亚带位于斋桑褶皱系西南部，其东北面隔西卡尔宾深断裂与阿尔泰成矿亚带毗邻，西南面沿成吉思—萨乌尔断裂与成吉思—塔尔巴哈台成矿带相隔。矿带呈北西向延伸，长约 700km，平均宽 80km，其东南部分延入中国境内。扎尔马—萨乌尔带为一加里东—华力西期的线性地质构造单元，形成于不均匀的加里东基底和破碎的前寒武纪铁镁质

基底上。不同时代的深大断裂，决定了该区地质构造单元的构造格局。区内最大的构造形态是长 100—500km、宽 15—50km 的复背斜隆起(查尔斯克、戈尔诺斯塔耶夫，卡拉卡尔等)、复向斜拗陷(阿希苏、萨尔萨赞、南萨乌尔等)、叠加盆地及晚期的叠加拗陷。

前寒武纪的构造基底主要由玄武岩类岩石、科马提岩和超基性岩的变质岩组成。加里东构造层以早期的碧玉石英岩、中期的海相碳酸盐岩—陆相玄武岩建造和晚期的花岗岩—花岗闪长岩为主体。华力西期具优地槽性质，广泛出现偏基陞火山作用，花岗岩浆作用较弱。在华力西构造层中，岩石总体积超过 70 万 km³，其中火山—沉积岩占 58%，以泥盆系的玄武玢岩、安山玢岩和凝灰岩分布最广，总厚 7000—7500m，主要分布在查尔斯克复背斜。石炭系地层为一套巨厚的优地槽型火山—沉积岩系，以扎尔马—萨乌尔复向斜发育较好，厚度大于 8000m，为滨海条件下形成的由安山岩、火山碎屑岩和凝灰岩组成的岩石互层。上古生界包括中石炭统一二叠系，一般构成规模不大的上叠和继存性槽地，局部堆积陆源安山玢岩质、安山—英安山岩质凝灰岩和熔岩。早三叠世开始，出现准地台阶段的火山活动，表现为碱性玄武岩—流纹岩建造和安山—玄武质暗色岩建造广泛发育。侵入岩以古生代的花岗岩类为主，其特征与卡尔巴地区的花岗岩类相似，常组成一些近东西、近南北和北东向及环状岩带。

二、矿产

扎尔马—萨乌尔成矿亚带的成矿作用具显著的铜—金成矿专属性特点。其矿化特征与东北面的阿尔泰成矿带硬西南面的成吉思—塔尔巴哈台成矿带的成矿作用有截然差别。前寒武纪、加里东期、华力西期，基米里期和阿尔卑斯期均有各自特有的矿产生成，并可划出与之相应的成矿亚带，即轴部的扎尔马—萨乌尔铜—金成矿亚带，东北部的锡列克塔斯—萨尔赞铜—金—稀有一稀土成矿亚带以及西南部的查尔斯克曼拉克亚带。各成矿期及含矿亚带的含矿性详见表 3—2。

表3—2 扎尔马—萨乌尔成矿亚带的含矿性

成矿旋回		成 矿 亚 带		
成矿期		锡列克塔斯—萨尔萨赞亚带	扎尔马—萨乌尔亚带	恰尔斯克—曼拉克亚带
前寒武纪				Fe、cr、Ni、c0、Ti、Hg等
加里东期		Fe、Pb、Zn、Cu、Au、Mo	Fe、Mn、Cu、Pb	Fe、Mn、多金属、Au
华力西期	早期	Cu、Pb、Zn、Au、Ag	Fe、Mn、Cu、Pb	Fe、Mn
	中期	Au、Ag、W、Cu	Cu、Mo、Zn、Ni、Ti、Au、Sb、As	cr、Ni、co、Ti、Ag(混杂岩中)
	晚期	Mo、W、Nb、Zr、Th	Sn、W、MO	Au、Ag、As、Sb、Sn、W、MO、Ti、zn等
基米里期				Th、Zr、Ti、C0、Cu、Ni、Hg

与火山岩有关的金属矿化, 主要与加里东期和华力西期的火山—沉积建造有关。加里东期在查尔斯克地区和西列克塔斯—萨尔萨赞边缘带有铁、铜、铅、锌、金、钼矿化, 它们与细碧岩—辉绿岩建造、陆源玄武岩—安山岩建造、玄武岩—流纹岩—安山岩建造和花岗岩—花岗闪长岩建造共生。华力西期则具有不同时代和不同类型的矿化。其早期(早泥盆世—早石炭世)形成层控铁锰矿化(查尔斯克、萨乌尔、曼拉克地区), 矿化与泥盆纪—早石炭世基性度偏高的火山岩有关, 使该区成为土尔盖型铁—锰矿化的远景区, 华力西中期(早石炭世—晚石炭世)主要有铜、钼、金、银矿化, 常与基性度偏高的花岗岩类—辉长岩—闪长岩—花岗闪长岩建造有关。重要的含矿建造有 3 类, 即铜—多金属建造、斑岩建造和含金建造, 以斑岩建造具有特殊的意义。

斑岩铜矿建造 主要分布在中基性火山岩和基性度偏高的花岗岩类广泛发育的萨乌尔地区。区内晚古生代的火山—沉积岩、北西向及近南北、近东西向的断裂控制了萨乌尔侵入杂岩体的分布。岩体时代为石炭纪维宪期—缪纳尔期。在岩体的硅化、蛇纹石化和碳酸盐化地段具黄铁矿化、黄铜矿和辉钼矿的浸染状矿化、伴生元素有铅、锌、锑、金和银。铜—钼矿化多与蚀变岩伴生, 并具有明显的分带性。从外向内表现为: 未蚀变岩石>绿帘石化>青盘岩化>绢云母化>硅化。矿石品位: 铜 0.46%, 钼 0.4%, 铜—钼相关系数 0.58。以上矿化特征与科翁腊德铜矿及阿尔马雷等斑岩铜矿床极其相似。肯赛—克齐尔卡英铜矿点群可作为该类矿化的典型代表。除此尚有奥先列耶、皮里托沃耶等矿点。它们多产于花岗闪长斑岩穹隆顶部, 并使该区成为斑岩铜矿型矿化的远景区。

铜—多金属建造 多与加里东旋回和早华力西的火山—沉积物相伴生。以萨尔萨赞地块中的含铜石英脉分布最广泛。矿化由含浸染状黄铜矿、方铅矿和其它硫化物的石英脉、石英—方解石脉、石英—重晶石脉和细脉组成。在该成矿带与成吉思—塔尔巴哈台带接合带的流纹岩—英安岩—安山岩建造(S1-2)及玄武岩—安山岩—流纹岩建造(D1-2)的青盘岩化岩石中已发现了一些铅和多金属矿化, 其特征与矿区阿尔泰的多金属矿化类似。但由于研究程度较差详细的情况不甚了解。

含金建造 成矿带内原生金和砂金矿广泛分布, 但规模均不大。东南部的曼拉克、萨乌尔、萨伊坎地区为主要的含金区。这里的石英脉型、接触交代型和热液蚀变岩中的金—硫化物矿化, 多与华力西早期的玄武岩—安山岩—流纹岩建造、安山岩—辉绿岩建造和华力西中期的火山—深成英安岩—花岗闪长岩建造有关。除含金外, 还含有砷、锡、钼, 有时构成钨—金、汞—金、金—银亚类。

区内已知有几十个小金矿床和矿点, 如艾格尔扎尔矿床、撒德尤塔斯矿床, 它们往往受斜向切割的深大断裂控制, 矿脉或网脉聚集在变玄武岩层脊状隆起上的北西向断裂与复活的近东西向和近南北向断裂的共轭地段。

由以上所述可看出, 扎尔马—萨乌尔成矿亚带的矿化有着明显的分带特征, 这是由地壳深部结构的差异和华力西褶皱带地动力发展的特点所决定的。矿带的轴部出现以 Fe、Mn、

Cu、MO、Au 为主的亲铁亲铜矿化，在深部活动带翼部厚度较大的成熟地壳上形成的西南矿带，在早华力西和中华力西期继承了成吉思—塔尔巴哈台矿化的特点，形成以 Cu、Pb、Zn、Au 为主的多金属矿化，它们的形成与一定的火山建造或火山—深成岩建造有关。在具有花岗岩类岩浆活动的晚期，与其有关的稀有金属—稀土矿化分布于该成矿带的两翼和边部。此外还查明被较晚期断层穿切的正交的加里东断裂体系具有控矿意义，这与东哈萨克斯坦地区的矿化规律是一致的。

4. 南蒙古成矿亚带

一、区域地质构造特征

南蒙古成矿亚带位于蒙古西南部，顺北西西向延入我国新疆境内，再往北延至前苏联阿尔泰地区，属南蒙古华力西褶皱带之西段，系中古生代地槽拗陷。在斋桑—额尔齐斯、准噶尔和天山可见到该构造带之西延部分。该构造带之最大特点是绿岩、火山岩、硅质页岩和凝灰质杂砂岩地层普遍发育，有的地方含超基性岩和辉长岩类岩体，这是与北蒙华力西构造带显著不同的地方。线状一块状断块发育是南蒙古成矿亚带的又一特征，它被一系列密集的断块分割成狭长的楔形体。

南蒙古地槽沉积时代主要为志留纪到早石炭世，主要褶皱运动发生在早石炭或中石炭世，其上覆有早二叠世陆相火山岩和晚二叠世磨拉石沉积层。

地槽剖面在东部戈壁阿尔泰地区出露较清楚，其下部主要由与深水硅质页岩沉积层共生的绿岩—细碧辉绿岩建造组成；上部由凝灰质杂砂岩、黑色页岩和部分碳酸盐沉积组成；上部岩系不同程度地富含含有安山岩成分的火山岩。

该成矿带边缘尚有一个值得注意的优地槽带，即索朗克尔带，其轴部发育早石炭世到二叠纪末的细碧—辉绿岩、安山岩，其北部边缘拗陷有一些酸性和中性的火山岩。向西延伸到天山东支脉，向东可能与同时代的锡霍特—阿林带相连，索朗克带以南即为华北地台基底隆起之边缘（内蒙地轴）。主要的侵入岩有华力西期超基性岩和花岗岩类。

二、矿产

区内主要发育铜—多金属和金—多金属矿化，它们在空间上均与古生代的火山沉积岩及侵入其中的二叠纪浅成侵入体和次火山岩体有关。主要的矿床集中分布在西南角，如北塔山矿结和巴尔拉加矿点群，以前者具较大的工业意义。北塔山矿结，位于蒙古西南部与中国交界部位。包括哈尔塔尔山 I 号和 II 号及努赫尼—努鲁矿床及一些矿点。矿床均为多金属石英脉建造的金—多金属亚建造。

矿例

哈尔塔尔山多金属矿床 矿床位于蒙古西南缘北塔山北部支脉地区的塔里木—霍尔丘陵地属华力西优地槽的西呼赖部分。矿区为向斜构造之一部分，两翼为早—中泥盆世绿岩型火山岩层，核部为中—晚泥盆世呈韵律互层的砂岩、粉砂岩、泥岩和硅质页岩组成，岩石

强烈片理化并被二叠纪石英斑岩、钾长石及长石—石英质岩脉穿切。矿区内的破碎岩带中共发现 75 条石英脉，大部分石英脉厚 0.5—1m，长 30—130m，个别的厚达 6m、长 900m，它们多呈雁行状排列的岩脉带。岩脉带分布范围内，沉积岩被强烈角砾化、退化、硅化和铁化。在脉状体和蚀变构造岩中发现有黄铁矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿，在氧化带中有褐铁矿、赤铁矿和黄钾铁矾，矿石中伴生金和银。岩脉中铅和锌含量为 2%—3%，银 14.2×10^{-6} ，并含金。矿床属热液石英脉型，多金属硫化物—石英建造。

矿例

努赫尼—努鲁矿床 矿床位于北塔山矿结之东南部，努赫尼—努鲁山之西南坡。矿区为一北西走向的陡倾背斜褶皱。主要由中—晚泥盆世粉砂岩、厚层泥岩和凝灰砂岩组成。主要含矿带位于背斜顶部，延伸 3km 以上，厚一米至几十米。在薄层沉积—凝灰岩地段厚度较大，在角砾岩化、糜棱岩化强烈的热液蚀变带内发育大量的含矿石英脉。矿石矿物有黄铁矿、方铅矿、闪锌矿，脉石矿物为石英、方解石、白云石。主矿带长 3km、深 12—15m。含矿石英脉呈顺层透镜状、鞍状及交错状。据钻孔岩心样分析，含铅 0.04%—0.2%，锌 0.08%—0.6%，金 0.2×10^{-6} 、银 6×10^{-6} — 12×10^{-6} 。矿床属热液石英脉型，多金属硫化物建造。矿结周围有大量老硐和含矿构造存在，表明尚有一定找矿前景。

成矿带北部尚有巴尔拉加戈矿点群，包括 13 个铜矿点和多金属矿点，铜矿属含铜石英脉建造，主要见于矿化破碎带内。破碎带穿过中生代火山沉积岩与二叠纪花岗岩类之接触带，断层带内常见有热液蚀变和片理化的安山玢岩、霏细岩、角斑岩、花岗斑岩、石英斑岩的岩脉和不规则岩体及石英细脉，其中有黄铜矿、铜蓝、少量方铅矿的浸染及次生铜矿化沉淀，在附近的凝灰岩和层凝灰岩中，有浸染状自然银。矿化带延伸数百米，厚 5—10m，含铜万分之几到千分之几，有时达 1%—3%，铅、锌 0.01%—0.03%。其中最大的矿点位于阿尔泰苏木东南 50km 巴尔拉加河右岸。含矿区由片理化（酚）生凝灰岩组成，包括角斑岩、石英斑岩次火山岩体和安山玢岩岩脉，在退色、硅化、铁化和黄钾铁矾化的角斑岩和凝灰岩中往往有黄铁矿和少量黄铜矿、方铅矿和闪锌矿浸染，已发现有两个长 1000m、厚 100—300m 的透镜状矿化段，矿石中含铅 0.01%—3.00%，铅和锌 0.01%—0.20%，锰 0.01%。其它矿点均为产于泥盆纪凝灰沉积岩或变质火山岩中的含铜石英脉型矿点，与近东西向和北东向断裂有关，延伸数十米，厚 1—2m，含铜万分之几，镍、钴、镁为痕量。

成矿带东部的巴彦戈壁矿点群，包括 13 个含铜石英脉矿点。其中最大的矿点其含矿区由志留纪大理岩化灰岩和泥盆纪变质酸性喷出岩组成。矿体呈脉状，已开采的矿体约 100 个，长 80—130m，厚数十厘米至 5 米，含赤铜矿和赤铁矿分别为 400×10^{-6} 和 500×10^{-6} 。

概括上述南蒙成矿亚带的矿化特征，大致可归纳出如下规律：

（一）矿化在区域上受深断裂和次级构造的控制，主要控矿断裂为北西或北西西向，矿带中的大部分矿点产于布尔根断裂和巴彦戈壁断裂中，二级或更高级的局部褶皱构造在控矿中

具有一定作用。如北塔山矿结的层状和鞍状矿体多产在背斜顶部的剥离面上，一些矿点常见于小的背斜构造中。

(二)矿化在空间上与二叠纪浅成侵入体和次火山侵入体有关，在北塔山矿结和巴尔拉加矿点群的许多矿体均与石英斑岩和角斑岩的脉状和小岩株状侵入体一起产于同断裂破碎带中且岩体多已片理化或经变质具矿化现象。

(三)矿化具一定的层控特征，大部分矿化与泥盆纪、志留纪和早石炭世的沉积—火山岩有关，火山岩的岩性组合对矿化亦有一定影响。在火山岩与粗、细碎屑岩频繁交替的地段似乎对矿储的形成和热液金属之沉淀更为有利。

(四)区内铜—多金属矿化分布广泛，但已知规模均较小，寻找具工业价值的同类矿床尚具一定前景。

5. 乌斯品成矿亚带

一、区域地质构造特征

乌斯品成矿亚带位于哈萨克斯坦中部，为一北东东向的加里东构造褶皱带，西与楚—伊犁成矿带、东与成吉思—塔尔巴哈合成矿亚带邻接，南面为巴尔喀什成矿亚区，但其界线比较模糊，矿带东西长约 450km，宽 70—110km。

在该成矿亚带的整个地史发展中，以华力西旋回的构造活动最为重要。旋回早期沿乌斯品构造带的轴部形成了槽形构造(古裂谷)和法门期的玄武岩类。法门期—杜内期深断裂继续发育，海槽下沉，形成了深水相的碳酸盐—硅质沉积，此期出现的火山岩种类繁多，分异较好，华力西中晚期主要发育石炭系科尔达尔组或阿尔哈林组英安质—流纹质的火山岩，侵入活动也极为频繁，形成了许多花岗杂岩类。这些广泛发育的岩浆和火山作用成为控制乌斯品成矿亚带矿产生成的重要因素。

二、矿产

乌斯品成矿亚带矿产十分丰富。据统计各类矿产(包括矿床和矿点)计有 760 多个，哈萨克斯坦拥有的资源，就稀有金属而言居首位，就整个矿产资源的重要性而论，仅次于阿尔泰矿带，为一个铁锰、多金属和稀有金属的综合矿带。几乎所有的矿产均与火山作用尤其是华力西期的火山作用有关。华力西期的阿塔苏型铁锰矿化及伴生的铅锌矿化，在哈萨克斯坦的同类矿产中占有特殊而重要的地位。

阿塔苏型铁锰矿。在该成矿带范围内，近东西向的一系列向斜构造中均有广泛分布，其中以扎伊尔马复向斜的矿化最集中且规模大。著名的阿塔苏型铁锰(多金属)矿区就位于该复向斜中。该类型矿化具严格的地层层位，矿化均赋存在法门期和杜内期地层中，这套地层为具明显韵律特征的复理石层，其底部剖面中可划分出 7 个大的韵律层。每个韵律层的下部成分相近，为泥质—硅质—钙质岩层，铁—锰矿化仅出现在 II—IV 旋回层中，比铁锰层位稍偏低的层位出现重晶石—多金属矿化。在上述矿化之上常叠加有热液交代成因的重晶石—多金

属矿化，所以说阿塔苏型铁—锰—多金属—重晶石矿化具有多期多阶段性，这些都与火山活动的多旋回性有关。早期的火山—喷气热液物质在水盆地中沉积形成同生沉积矿层，较晚期的多次带入的含矿热液使原生矿层发生改造，从而形成了后生叠加的热液交代和充填的脉状矿化，这些矿化特征表明，该类矿床既受地层层位的控制，使矿体呈整合层状、具明显的韵律结构特征，又受构造裂隙控制，使矿体呈脉状产出并具交代结构，有时出现分带和围岩蚀变等现象。这种分带性的特征是呈特殊的同心圆状或半同心圆状的分带。一般情况下，矿床中心和较深部为热液交代型和沉积型重晶石—多金属矿石和铁—锰矿石，外带发育沉积的铁—锰矿石，锰比铁距中心更远。

铁—锰矿层主要由赤铁矿、赤铁矿—磁铁矿、褐铁矿、黑锰矿—褐锰矿及硅质—碳酸盐岩、碧玉岩、含锰灰岩等互层组成。多金属矿化常以闪锌矿—黄铁矿组合、闪锌矿—方铅矿—重晶石组合，黄铜矿—黄铁矿—多金属组合形式出现。有时伴有铅和银的硫酸盐。

矿例

卡拉扎尔矿床 该矿床包括4个同类的矿床，也是阿塔苏矿区最大的铁锰矿床。矿床位于扎伊尔马复向斜北翼，一套硅质—碳酸盐岩—陆源沉积地层中。矿带延伸长达18—20km，赋存在法门阶的上部层位中，含矿层由炭质泥质岩段、碳酸岩复理石岩段及含碧玉夹层的泥质—硅质岩段和铜—锰矿层组成，西卡拉尔最大矿层长5.5km，厚20—30m，最大厚度50—60m。占全矿区矿石储量的90%，锰矿石占扎伊尔马向斜锰矿石总储量的55%。铁矿由赤铁矿—磁铁矿透镜体与碳酸盐—硅质岩和凝灰岩互层组成，平均含铁55.6%，含二氧化硅12%。东卡拉尔矿层以锰矿为主，由锰矿石层和与其相间的铁矿石薄层组成，长2.5km，延伸450m，厚5m，平均含铁51.0%，含锰31.9%，二氧化硅15.7%，磷0.008%。属火山沉积矿床。大型。

矿例

扎伊列姆铅—锌矿 该矿床是以铅锌为主的阿塔苏型矿床，位于扎伊尔马向斜构造次一级的短背斜中，系层状铁锰矿层和铅锌矿层，但铁锰矿石不具工业意义。铅锌矿体赋存在法门阶硅质—泥质—碳酸盐岩中，可划分为西矿段、远西矿段和东矿段。

铅锌矿化有下列类型：

(一)细分散球状黄铁矿薄层与含闪锌矿浸染和稀疏方铅矿浸染的硅质—碳酸盐岩薄层的交互薄层系，厚1—100cm；

(二)黄铁矿—闪锌矿韵律薄层；

(三)顺层侵蚀面中的剥离矿化层，主要为黄铁矿—闪锌矿韵律层；

(四)含粗粒方铅矿、闪锌矿巢状体的变质石英—方解石细脉；

(五)重晶石交代岩和重晶石化岩石，方铅矿、闪锌矿和少量黄铜矿，呈细粒浸染状；

(六)含黄铁矿和黄铜矿包体及重晶石的粗晶重晶石巢状体和脉体。

前两类矿化为同生沉积成因的，多构成层状矿层，厚 5—25m，后三类矿化为后生阶段的产物，主要赋存在各种破碎带中。

成矿区内阿塔苏型的矿床尚有肯秋别铁矿床、别斯秋别铅锌矿床，卡梅申锰矿床，乌什腾小号铅锌矿床等。乌斯品矿带除典型的阿塔苏型矿化外，尚有在沉积作用之上叠加热液交代的矽卡岩或石英脉型多金属矿，如乌斯品铜矿，卡拉盖雷多金属矿。另外尚有与次火山岩有关的稀有金属矿和斑岩铜矿，如萨兰钼—钨矿和拜萨铜矿床等。它们之中大多数矿床的形成时代和形成条件仍与阿塔苏型矿床相似，即主要与法门阶—杜内阶的火山沉积层有关，但又明显地经历了后期热液的交代或浸入体、次火山的接触交代作用，因而在不同的地质时期和不同的条件下形成了不同特征的矿床。铅、锌、铜矿化多形成于法门期，部分形成于中石炭世以后，而稀有金属矿化，则主要形成于晚石炭世—二叠纪期间。

总的看来，乌斯品成矿亚带是一个单旋回的稀有金属—铁—锰—多金属成矿带。该成矿带在哈萨克斯坦成矿作用中的意义取决于早华力西期阿塔苏型的钼—铁—锰—多金属矿床，以及与晚华力西期超酸性和次碱性花岗岩侵入体有关的综合稀有金属矿化。丰要的矿石富集体见于乌斯品带与楚—伊犁带(扎伊尔明构造)，乌斯品带与成吉思—塔尔巴哈台带(卡尔卡拉雷地区)，以及乌斯品带与巴尔喀什成矿亚区(稀有金属矿结)的共轭部位。

6. 巴尔喀什成矿亚区

一、区域地质构造特征

巴尔喀什成矿亚区指巴尔喀什湖以北、东北和西北滨巴尔喀什地区，北部为乌斯品成矿带，西部和东部分别与楚—伊犁和成吉思—塔尔巴哈台成矿带相邻，为一近东西向的菱形地带，也是一个具格状的构造单元。有的文献将其称为巴尔喀什断块，有的文献将其列入准噶尔—巴尔喀什褶皱系，它是一个古生代褶皱区，地壳成熟度高。区内按地质构造发育的性质和岩石组合可分出若干复背斜、复向斜、火山成因的补偿拗陷和碳酸盐—陆源沉积上叠拗陷等次级构造单元。从南西向北东，依次可划分出下列地质构造和相应的成矿带、区和结：西巴尔喀什复向斜、塔萨拉—克济尔埃斯佩，阿塔苏—莨印特和扎曼—萨雷苏复向斜，阿克扎尔—阿克索兰，托克劳、巴坎纳斯复向斜和北巴尔喀什复背斜。

巴尔喀什断块多旋回发育史以华力西运动而告终，因此华力西旋回的地质建造和成矿作用在巴尔喀什断块中占有重要的地位。可以说巴尔喀什成矿亚区是哈萨克斯坦最大的华力西成矿区，它在哈萨克斯坦较老的线性构造带中占据着中心的位置。又因为巴尔喀什地块是在已经形成的大陆型地壳上发育的，因此某些研究者把它看作是中间地块。该区前寒武纪及古生代地层仅出露于相对稳定的地块，蛇绿岩出现于缝合带中。泥盆纪地层分布很广，丰要为灰岩、泥质页岩、硅质岩等，其间有安山岩、流纹岩、少量的基性岩喷出。早、中石炭世在北滨巴尔喀什地区广泛分布卡尔卡拉林组陆相流纹岩—英安岩火山磨拉石建造，在托克劳—巴坎纳斯带杜内阶和维宪阶为一套火山—沉积岩层，卡尔卡林组也很发育，这些岩层构成了

早石炭世火山岩带。该成矿带有多期岩浆活动，以华力西期花岗岩类最发育，中石炭世为华力西旋回岩浆活动的极盛时期，在托克劳盆地有托尔帕杂岩体，著名的科翁腊德斑岩铜矿即产在该杂岩体的花岗闪长斑岩岩株中。

二、矿产

巴尔喀什成矿亚区的成矿特点，是由里菲期—古生代，尤其是古生代末期，分裂的古陆壳发生多旋回的构造—岩浆改造所造成的。加里东早期主要为与玄武岩类岩浆活动有关的火山—沉积型铁、铜、铅、锌矿，含铜黄铁矿（捷西克塔斯矿床），及与页岩、碳酸盐岩层整合的铁矿（卡拉塔斯）和多金属层控矿床（科克扎博伊等）。这类矿化均属原生火山—沉积成因，空间上与碳酸盐共生，后经热液交代而富集。与志留纪陆缘碧石岩—辉绿岩有关的含铜黄铁矿化（基伊克派）主要见于扎曼—萨雷苏复背斜西缘。加里东中期在北滨巴尔喀什湖滨地区主要发育与斜长花岗岩、闪长岩和花岗闪长岩岩株有关的金、铜矿化。晚期与流纹岩—英安岩火山活动及酸性岩浆活动伴生出现的热液多金属矿化和脉状—网脉状稀有金属（钼、砷、汞）等矿化与泥盆纪的火山机构共生，但以上矿化其规模均较小，实用意义不大。

华力西旋回期为该区重要的成矿期。此期广泛发育的地面安山岩—英安岩—流纹岩的火山活动与成矿关系密切，但在不同的断块上，其地质特征和成矿特点又各不相同。旋回早期的亲铁—亲铜的矿石建造出现在线状深部活动带（阿克巴斯陶、肯绍金等），铅、锌为丰的阿塔苏型矿化则丰要出现在火山中心硬较年轻的侵入体附近，一些含砷的黄铁矿—铅锌矿化也与早期的火山中心有关。总之早期的矿化主要为与巴尔喀什地块边缘和内部裂谷形成作用有关的沉积—火山成因类型，以矿点和矿化点居多。中期，巴尔喀什构造单元的地壳完全成熟、分层清楚，矿化具亲铜亲石性质，地块东半部分布厚度巨大的四、五个火山系列（称托克劳—巴卡纳斯火山带）的火山岩盖层，其间火山穹隆构造，火山机构和火山口构造的次火山岩体广泛发育，与这些构造有关的主要有斑岩铜矿建造、金—铜建造，金—多金属建造及火山成因和接触交代的矿石建造。在北滨巴尔喀什湖近东西向延伸长 500km、宽 40—50km 的条带内产有不同成因的铜矿床，最东部的科尔达尔—秦惠甘斑岩型铜矿化带，斑岩铜矿产在钾长石化花岗闪长斑岩岩株外围的绢云母—石英交代岩中（阿克斗卡、科翁腊德），往西为萨亚克矿田，其中部分矿化与早期的火山—沉积矿化出现在一起，再往西为科翁腊德—博尔雷矿带，为典型的斑岩铜矿和金矿化（托尔特库利）分布区。中期的金—铜—多金属矿化主要与托克劳和巴卡纳斯复向斜火山构造成因构造的次火山侵入体有关，成矿面积受火山中心控制。上述矿床大多含金，金明显地产于断裂带内，并具叠加贯穿性质。晚期丰要出现与火山—侵入岩有关的稀有金属矿化，在以上矿化中以斑岩铜矿具重要的工业意义。

斑岩铜矿

斑岩铜矿为该区也是哈萨克萨克斯坦地区最重要的铜矿类型。丰要分布于泥盆纪火山—侵入岩外带和晚古生代火山—侵入岩内带的造山期建造发育区，其丰体部分集中于造山期的

巴尔喀什—伊犁侵入—火山岩带内。该带从早石炭世到晚二叠世不断发生强烈的岩浆活动，形成一系列的火山—深成岩建造，在其结束阶段出现广泛的交代作用和成矿作用，其矿点早：线—结状不均匀分布，岩带北部可划分为三条斑岩铜矿最富集的线状矿带。东部的一条位努尔拜，另两条在西部(利·翁腊德—热克杜安—阿尔马雷克和肯库杜克带)，它们又可认为是较长的区域性矿带之一部分。矿点几乎分布在上升地块上，大部分与F·H谢尔巴划分的科翁腊德—别克套阿特活动带相符。矿带内斑岩铜矿分布很广，彼此的矿化特征和构造有所不同，但空间上多与次生石英岩一致，并均与断裂及断裂的交叉地段有关、与斑岩小岩体或与中度酸性侵入岩的晚期岩相有关，主要为钼—铜成分，含少量金。

巴尔喀什—伊犁火山—侵入岩带为一延伸达1 000—2 000km、宽60—120km的弧形岩带。火山岩以明显分异的玄武岩—流纹岩建造、安山岩—流纹岩建造为主，有时为单一的流纹岩建造。侵入岩则主要为花岗闪长岩—斜长花岗岩或淡色花岗岩建造。斑岩铜矿床无例外地分布在侵入岩—火山岩带边缘，岩带的内缘弧多为大型矿床，外缘弧矿化往往微弱分散，多为小矿床或矿化点。

斑岩铜矿的形成具多期性，它们与早石炭世至早二叠世的4个不同时期的同源岩浆岩往往共生并有成因联系。在滨巴尔喀什北部地区，这4个时期大致可划分为：早石炭世、中—晚石炭世，晚石炭世和早二叠世，其中以中—晚石炭世的矿化最好，集中了该区一些重要的斑岩铜矿，如科翁腊德、克孜尔斯塔、努尔拜、博尔雷等矿床。斑岩铜矿还表现出与火山构造间的密切的关系，这就是一般的大型矿床都赋存于破火山口的环状构造之边部，如卡尔加雷、纳伊扎尔雷矿床；就矿床在区域构造中的分布来看，几乎所有的大型矿床和大多数矿点都产在上升的地块(地垒式)中，而在下降的地块(地堑式)中极少见到。

阿·卡·卡尤波夫等人根据矿床的构造、岩浆、围岩蚀变、矿物—地球化学等特征，将斑岩铜矿划分为5种类型(详见表3—3)。

由表可知，大部分有价值的矿床属泥岩—辉钼矿—黄铜矿型(科翁腊德型)，矿床多赋存在中酸性次火山岩中与爆发角砾岩共生。矿石矿物较简单，以黄铜矿、黄铁矿、辉钼矿为主，次要矿物有方铅矿、闪锌矿、黝铜矿等，常伴有金、银，典型的围岩蚀变为石英化和钾长石化。

矿例

科翁腊德铜矿 矿床位于热克杜安—科翁腊德铜—钼矿化带南坡的科翁腊德隆起处。滨巴尔喀什—伊犁火山带的边缘。托帕尔杂岩体(可能为中石炭世)最晚期侵入花岗闪长斑岩岩株的顶部。岩株在平面上大致呈等轴状，剖面上呈锥状，有许多岩枝和顶板喷发岩块，因而形态很复杂。花岗闪长斑岩已强烈蚀变，整个矿床实际上由蚀变的花岗闪长斑岩—次生石英岩组成。含矿岩株的围岩为酸性喷发岩，也已蚀变为次生石英岩。矿体主要由不同方向的石英脉、硫化物石英脉、浸染状黄铁石英脉组成。脉长数十厘米到数米，个别的达数十米，厚1—2mm，个别厚10cm。脉间距0.1—40—60m，随深度增加细脉厚度增大。但数量减少，

构成一网脉状矿体。脉中发育黄铜矿、黄铁矿、辉钼矿、辉铜矿等。矿体具原生同心分带和次生垂直分带特征，中心为硅化较弱的无矿核。铜—钼矿化主要赋存在绢云母相、高岭石—绢云母相或绢云母相的次生石英岩中。最富的矿石集中在矿床西部，高品位地段趋向于矿床之边缘部分，次生富集带占有该矿床储量的大部分，在两个凹地中矿带分别厚达 270m 和 100m，氧化带现已采完。

矿床属特大型铜矿。它是前苏联最大的斑岩铜矿床，世界十大斑岩铜矿床之一。

阿塔苏型铁锰、铅锌矿化

巴尔喀什成矿亚区的阿塔苏型矿化，主要出现在一些环绕和切穿复背斜构造的断裂附近的叠加盆地中，如扎曼—萨雷苏复背斜中的阿克绍盆地，凯拉克特盆地等。盆地中发育晚泥盆到早石炭世的硅质—炭质—碳酸盐沉积。其中产出整合的铁—锰矿石和铅—锌矿石，有时还有后期叠加的、热液交代的铅—锌—重晶石矿化。矿田内有时出现闪长岩—化岗闪长岩—二长岩系列的侵入体，岩墙和次火山岩体常使原生的火山—沉积的金属矿化遭受改造。总起来说，这是一种与地块边界、边缘和内部裂谷形成作用有关的原生沉积—火山成因类型的矿床，是华力西早期阶段的深源玄武岩浆两极分异的产物。矿体多为与围岩整合的凸镜体，最常产出的部位为背斜的鞍部，背向斜褶皱核部的剥离带，高烈隙带和建造内部的破碎带。此外，还有矿巢、不规则网脉状和矿柱等。近矿围岩蚀变丰要为硅化、绿泥石化、绢云母化、碳酸盐化。

上述主要矿化的成矿规律可归纳如下：

(一)有工业价值的矿化主要形成于华力西期，矿化的亲铜—亲石性是該成矿区的重要成矿特点。

(二)华力西早期亲铁—亲铜系列的地质建造和矿石建造见于线状深部活动带(如阿克扎尔、阿克巴斯陶、克泽姆切克、巴特斯套—肯绍金等)中，这足以铅—锌为主的阿塔苏型矿化，被认为是深部活动带发育早期阶段深源玄武岩浆两极分异的产物，华力西中期的亲铜—亲石矿化较为多样，以近东西向分布的各种成因类型的铜矿最为重要，它们沿北巴尔喀什湖滨延伸，长 500km、宽 40—50km，构成了该区的“铜线”，科翁腊德斑岩铜矿、萨亚克铁—铜矽卡岩矿，别尔卡拉的钼—铜—石英—电气石脉矿化等等均位于此线上，它们往往与早期阶段的含铜黄铁矿共生。与晚古生代的岩浆岩建造以及岩浆杂岩的边界断裂有密切的空间关系。以细脉浸染钼—铜矿床(斑岩铜矿)具有较大的实用意义。矿床产在火山口或其附近晚古生代的火山岩中，尤其集中在托克劳和巴卡纳斯复向斜火山构造的次火山侵入体附近。

(三)所有已知的含铜斑岩矿床均赋存在以似安山岩为丰的滨巴尔喀什—伊犁火山带上，在该火山岩带范围内含铜斑岩矿的产出位置取决于基底活动过渡构造(形成在中央地块和优地槽的边界上)对岩浆熔融体具偏高的渗透性的有无以及在火山岩覆盖层形成时内部隆起的有死等，这些问题可在广泛应用物探方法的基础上加以解决。

表 3-3

准噶尔—巴尔喀什褶皱系的斑岩铜矿类型

矿床类型	围岩	矿化与花岗岩类岩体的相对位置	金属矿物(原生矿石)		热液蚀变类型	特有的伴生元素	矿床实例
			主要的	次要的			
次生石英岩—金—辉钼矿—黄铜矿—辉钨矿(索库尔柯伊型)	C_1-C_3 火山沉积形成的次生石英岩	距侵入体不远,在侵入体的外接触带处	黄铁矿、辉钼矿、黄铜矿、自然金	斑铜矿、磁黄铁矿、闪锌矿、磁铁矿、赤铁矿、黝铜矿	明矾石化、绢云母化、高岭土化、石英化、辉长石化	Au、Ag	索库尔柯伊、萨雷奥巴、包萨加、萨尔果里
泥岩—辉钼矿—黄铜矿型(科翁德型)	C_1-P_2 花岗闪长岩、 C_1-P_1 酸性和中性的火山岩、火山—沉积岩,在上述岩石中形成的次生石英岩	分布在多期深成侵入体的岩枝内,往往充填在中心型火山颈中,而在其围岩中在直接的外接触带内很少见到矿化作用	黄铁矿、黄铜矿、辉钼矿	辉钼矿、硫锑矿、磁铁矿、闪锌矿、方铅矿、自然金、银、锑黄铁矿、黝铜矿	高岭土化、绢云母化、明矾石化、石英化、辉长石化	Au、Ag	科翁德、博尔雷、热克杜安、努尔拜、卡拉塔斯、南别斯别克、科所迪明克
石英—辉钼矿—黄铜矿型(康斯坦丁诺夫型)	志留纪、法门期砂页岩、 C_3-C_1 火山—沉积岩	与侵入体有一定距离,在许多矿床中却高的相当远	黄铁矿、黄铜矿、辉钼矿、重晶石	方铅矿、闪锌矿、锑黄铁矿、磁铁矿、赤铁矿、黝铜矿、金红石	石英化、弱绢云母化、辉长石化	Ag、Au、Ba	托洛盖、巴伊、康斯坦丁诺夫、库明克
黄铁细晶岩—辉钼矿—黄铜矿型(阿尔马雷克型)	中—晚古生代花岗闪长斑岩、正长闪长斑岩、斜长花岗斑岩、花岗斑岩、二长岩,这些岩石的围岩是不同时代和不同成分的岩石	矿化经常是在深成岩的内接触带或者中酸性斑岩小岩体内,很少产在多期深成岩的晚期岩相或者在岩体的外接触带内	黄铁矿、黄铜矿、辉钼矿	方铅矿、闪锌矿、磁铁矿、赤铁矿、硫锑矿、黝铜矿、自然金	绢云母化、石英化、黄铁矿化、碳酸盐化、辉长石化、电气石化	Au、Ag、Bi、As, 含少量的 W	阿尔马雷克、科克赛、萨雷沙甘、科克塔斯扎尔、容拜、萨亚克组 and 卡拉塔斯组
云英岩—辉钼矿—黄铜矿型(卡斯克卡兹甘型)	C_1-C_3 花岗岩类岩石、晚古生代酸性和中性火山岩、砂页岩	一般位于多期深成岩的晚期岩相内(花岗斑岩、花岗闪长斑岩)	黄铁矿、辉钼矿、黄铜矿	磁铁矿、赤铁矿、方铅矿、闪锌矿、白铜矿、黝铜矿	石英化、白云母化、辉长石化	W	卡斯克卡兹甘、肯克杜克、克孜尔赖、格雷金诺沃耶、滨科翁德

7. 准噶尔成矿亚区

一、区域地质构造特征

准噶尔成矿亚区界于北天山和成吉思—塔尔巴哈合成矿亚带之间,与楚—伊犁成矿带的南缘紧邻,向东延入我国新疆境内,为一大致呈北北东向略向上突起的长条状的弧形地带。该区地质结构比较复杂,自北向南可划分为北准噶尔复向斜、中准噶尔复向斜、博尔塔拉复向斜、南准噶尔复背斜及伊犁复向斜等构造单元。各构造单元间均以深断裂为界。按 A·B 裴伟等人的意见,除北准噶尔复向斜划归准噶尔—巴尔喀什华力西褶皱区外,填余部分均划入科克切塔夫—北天山加鄂东褶皱区的准噶尔地块。

北准噶尔复向斜为准噶尔—巴尔喀什华力西褶皱系南部的构造单元,从早古生代起即经历了地槽发育的各个阶段,堆积了巨厚的砂页岩硅质岩和碳酸盐岩。在坳陷最深处的塔斯套亚带,从奥陶纪到中石炭世初为连续沉积,主要为硅质页岩建造,类复理石建造。区内岩浆活动微弱,北西向和近东西向断裂发育,具线型褶皱的特点。中准噶尔复背斜,主要为前寒武纪和早古生代岩层,其上不整合产出泥盆系和下石炭统碳酸盐与陆源岩层,从奥陶纪到二叠纪有广泛的花岗岩、花岗闪长岩、黑云母花岗岩和白岗岩的侵入。博尔塔拉复向斜、中古

生代主要为海相绿色下磨拉石及碳酸盐—陆源沉积，局部有晚石炭世—二叠纪的陆相安山岩和流纹岩，中石炭世和二叠纪时期有花岗岩侵入。南准噶尔复背斜，以在褶皱基底上广泛发育古生代的火山建造为特征，主要有早—中泥盆世端元分异的安山岩—英安岩—流纹岩建造，晚泥盆世的英安岩—流纹岩和安山岩—斜长流纹岩建造，沿剖面往上，为晚维宪—纳缪尔期的火山岩。岩浆活动强烈，以花岗岩、花岗闪长岩及偏碱性的花岗岩类为主。伊犁复向斜，为该成矿带最南边的构造单元。其晚古生代火山活动最强烈的地带，以石炭—二叠纪的陆源—流纹岩—英安岩建造、陆源—流纹岩—玄武岩建造及陆源—安山岩—玄武岩建造分布最广泛，志留纪、石炭—二叠纪及早三叠世的花岗岩类普遍发育。短轴褶曲和火山机构广布为伊犁复向斜的又一特点，区内的断裂以北东向和近东西向为主。

二、矿产

在该成矿带的不同构造单元其矿种和矿化类型的发育情况极不相同。北准噶尔、中准噶尔搜博尔塔拉构造建造带岩浆活动较微弱，矿化较贫乏。南准噶尔复背斜及伊犁复向斜岩浆和火山活动均表现十分强烈，火山机构也较发育，与火山岩有关的矿化，大部分集中在这里。南准噶尔以层控型的黄铁矿—多金属矿最重要，其次为与火山—构造有关的阿尔哈尔雷型多金属—稀有金属矿化。伊犁带具有地面火山岩区所特有的一系列矿产，其中以斑岩铜矿、矽卡岩型、热液脉型多金属矿床及石英脉型金矿具有一定工业意义，它们在空间上均与晚古生代的火山岩密切相关。

铅—锌矿

铅—锌矿是准噶尔成矿带分布最广、经济价值最大的矿化，主要集中在南准噶尔复背斜，构成科克苏—捷克利矿区。

科克苏—捷克利矿区，位于南准噶尔复背斜的西部，它包括了捷克利矿床、捷克利西矿床、亚布洛诺沃耶矿床及一系列矿点，呈东西向延伸，彼此在地质构造、围岩成分和矿石特征等方面均很相似。矿区内主要发育里菲纪、寒武纪和奥陶纪的火山—沉积岩系，包括3个群，矿化仅局限在最古老的乌谢克群的捷克利组中，据推测应属中单菲系上部。含矿段由含炭质的岩石组成，矿体产于碳酸盐、硅质碳酸盐和硅质岩石的间层中，与无矿岩石相比，矿化岩石的 SiO_2 含量增高，陆源物质和炭质含量降低。

矿例

捷屯利矿床 矿床于1933年根据老硐遗址发现。位于捷克利矿田中部，产在捷克利组矿段内，容矿岩石为炭质—硅质—钙质页岩、炭质—泥质页岩夹灰岩和白云岩，岩石已强烈片理化。矿体早复杂凸镜状—层状，走向近东西，向北陡倾，矿体长度随深度增大，矿体中部厚度最大，可达数十米，向两侧渐减小直至尖灭。矿石成分简单，常见矿物方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、硫锑铅矿和晚硫锑铅矿少量，黄铜矿、磁黄铁矿等偶有出现，非金属矿物有石英、方解石、白云母、炭质物和萤石等。矿石中铅、锌之比为1:2，含有锑、铜、镉、银和砷等混入物。矿石中铅、锌含量变化大，铅0.5%—11.0%，锌0.5%—11.0%，硫

10%—12%，选矿困难。近矿围岩蚀变主要为硅化、白云岩化、黄铁矿化，次有绢云母化、绿帘石化及钠长石化。大多数调查者认为矿石的形成可分为热液沉积阶段和变质成因阶段，两个阶段的矿石空间上并存，成分近似，但以后一阶段生成的矿石具有较重要的工业意义。

关于捷克利组中矿床的成因有诸多争议，存在着几种成因假说：(一)热液交代成因；(二)喷发—沉积或火山—沉积的；(三)原生沉积的；(四)黄铁矿是原生的，铅、锌矿化是热液的。R·C·佐采尼泽的观点倾向于矿床的生成与火山作用有关。他认为虽然矿床内未见与火山作用直接的联系，但矿床赋存于火山成因的岩石中。他在有关著作中这样写道：“……喷硫区往往占据很大面积，离火山中心很远……在距离矿床很近的地方没有火山岩组合，还不能成为解释矿床火山成因的障碍，如果其它资料证明由于风化矿层堆积不可能的话，”另外尚有如下事实表明捷克利矿带矿床的矿质来自深部：(一)容矿围岩尤其是矿化岩石含大量细分散的二氧化硅，形成致密硅页岩、硅质页岩、泥质硅质页岩及含硅质很高的灰岩和白云岩。矿田中硅质组分和碳酸盐组分的比例为 2:1，H·C 沙茨基、K. K. 泽列诺夫等人认为，沉积岩中硅质增高通常与火山作用有关。(二)据测定，捷克利矿田及准噶尔地区古老的硅质—碳酸盐—页岩中的铅锌矿尽管矿石类型不同，但铅同位素成分相同，并未混染放射性生物物质，地质学家认为这只能从铅的深部(壳下)来源的观点得到合理的解释。(三)捷克利矿床成矿时代为 $900 \pm 10 \text{ Ma}$ ，与捷克利组中里菲纪的时代一致，如果说金属来自围岩很难得到解释(所有矿床的老地层未必都是同一时代的)那么矿质来源于深处应更易得到解释；(四)矿田中含矿卤水温度很高(60°C — 80°C)，富含盐分和气体，其成分与红海现代热液近似；(五)由于捷克利矿床组的形成时期与构造环境的更叠相一致，此时在基底上形成裂隙并开始构造—岩浆活动活化作用，故在矿田范围内的含矿岩组中发现火山岩并非不可能。

除捷克利矿床外，在捷克利组中尚有苏乌丘别西矿床、苏乌丘别东矿床、乌苏丘别克中部矿床，科克苏矿床等，容矿岩石多为灰岩和白云岩，或由碳酸盐岩、绿泥石—绢云母化片岩组成的岩块，有的为碳质页岩、钙质页岩和灰岩，矿体均为与围岩产状基本一致的形态复杂的透镜体，长数百米至千余米，厚几米至数十米。矿石以铅锌为主或铅锌矿与硫铁矿并存，含少量的铜，围岩多已强烈蚀变，矿床规模中到大型。

在南准噶尔复向斜的西倾伏端，科克苏—捷克利矿区范围以外，尚有产在早石炭世火山岩内的矽卡岩型铅锌矿点(姆诺戈罗德尼科夫矿点)、早石炭世火山—沉积岩中的扎尔沙波坎矿床、那什克富利麦斯矿点及早石炭世火山岩及中石炭世花岗岩中的脉状矿化和矿带(契仁、莱苏等矿点)。

在伊犁复向斜有为数不多的铅锌矿床和矿点，如比热、卡图套、扎纳雷克矿床等。它们均与晚古生代的火山—侵入活动有关，在楚—伊犁山东侧，东南部楚—巴尔喀什加里东复背斜和伊犁华力西大复向斜的接合带，尚有一些铅锌矿床和矿点与石炭纪、二叠—三叠纪的中酸性火山岩、次火山岩或火山机构有关。

铜矿

铜矿化在准噶尔成矿带分布甚广，但具工业意义的矿床为数不多。主要集中在伊犁复向斜带内，这里的铜矿化数量多、种类齐全。有斑岩型、矽卡岩型、热液脉型、次生石英岩型等，与晚古生代火山岩、次火山岩以及小侵入体关系密切，斑岩型是其中最有工业意义的矿化类型，以科克赛矿床为代表。

矿例

科克赛铜矿 矿床位于准噶尔阿拉套的西南分支扎尔格加什山，构造上属库加累复背斜东南侧科克赛背斜的核部，矿床正处于一个作东西向延伸的古火山口构造上，火山口已被东西向、北西向和北东向的断裂所破坏。矿区出露志留纪砂页岩夹凝灰岩，其上不整合着石炭系的火山—沉积岩、凝灰岩。矿体主要分布在岩体北缘内接触带的斜长花岗岩、石英闪长岩岩体中，工业矿化集中分布在花岗闪长岩的北部和西北部脉带内，矿化与脉带产状一致。矿化沿走向倾向均很稳定。含铜量高。原生矿物有黄铜矿、黄铁矿、辉钼矿、闪锌矿、方铅矿、黝铜矿、次生矿物有孔雀石、褐铁矿、蓝铜矿，脉石矿物有石英、绢云母、绿泥石、重晶石等。矿石除含铜、钼外，尚含铅、锌、锡、铋、镍、钴和钛等混入元素，主要的热液蚀变有钾长石化、绿泥石化、绢云母化和硅化。矿床的成矿时代尚有争议，一种认为是前志留纪，一种认为是中石炭世末。成矿作用可分为早期交代阶段，细脉浸染成矿阶段，细脉成矿阶段和碳酸盐阶段，各成矿阶段的矿物共生组合情况详见表 3—4。

表3—4科克赛矿床的主要成矿阶段和矿物共生组合

成矿阶段	共生组合	表现形式	共生组合的成分	
			主要矿物	次要矿物
早期交代阶段	黄铁矿组合	浸染状	黄铁矿	黄铜矿、磁铁矿、交代石英、绿泥石、绢云母、磁黄铁矿、假像磁铁矿、赤铁矿、白钨石、榍石
最有意义的细脉—浸染成矿阶段(网脉状石英阶段)	黄铜矿—石英组合	浸染状和细脉状	暗灰色脉石英、黄铁矿、黄铜矿、辉钼矿	绢云母、斑铜矿、赤铁矿
	斑铜矿—黄铜矿组合	浸染状和细脉状	暗灰色脉石英、黄铜矿、斑铜矿	黄铁矿、绢云母、赤铁矿、辉钼矿
细脉成矿阶段	辉钼矿—绿泥石组合	细脉状	辉钼矿、绿泥石、绢云母	黄铁矿、黄铜矿
	黄铁矿—绢云母组合	细脉状	绢云母、黄铁矿、浅灰色脉石英	绿泥石、黄铜矿、辉钼矿、硬石膏
	半硫化物组合	细脉状	浅灰色脉石英、黄铜矿、闪锌矿、方铅矿、重晶石	磷灰石、黝铜矿、黄铁矿、自然金、自然铋
	辉钼矿—黄铜矿—石英组合	细脉状	浅灰色脉石英、辉钼矿、绢云母、黄铁矿、黄铜矿	闪锌矿、方铅矿、绿泥子、砷黄铁矿
碳酸盐阶段	碳酸盐组合	细脉状	方解石、黄铜矿	白云石、铁白云石、赤铁矿、方铅矿、斑铜矿、黝铜矿、黄铁矿

在南准噶尔地区的其它矿带如朔拉克—阿尔腾埃麦利、卡图、阿尔哈尔雷、马雷萨雷等矿带的华力西期火山成因构造建造带中还分布有一些铜—多金属矿并伴有钼、锡、砷等。

金矿

该成矿带金矿分布普遍，主要集中在塔斯套复向斜和伊犁复向斜，多为矿点和矿化点，大部分属石英—金建造，它们产于不同时代，赋存于不同的岩石中。其东南部的矿化赋存在早石炭世火山—沉积岩中，在伊犁带矿化主要产在晚古生代火山岩层强烈蚀变的次生石英岩发育区，构成阿尔哈尔雷含金区，阿尔哈尔雷矿床是该区具代表性的矿床。

矿例

哈尔哈尔雷矿床位于准噶尔阿拉套南坡，伊犁复向斜晚古生代火山岩的强烈热液蚀变带内，围岩已蚀变为明矾石石英岩、高岭石石英岩和铁化石英岩。除矿脉含金外，次生石英岩也含分散的金。环形断裂为矿田的主要控矿构造，环形断裂以外含金脉很少且规模小。矿化可分 5 期，各期含金石英脉的分布特点均与沿断裂横推运动时所发育的后成半张开的节理有关。玉髓—冰长石组合是该矿床的特点，金矿物分布不均匀，且含银较高，可能是近地表条件下形成的金—银矿床。

由于准噶尔成矿亚区地处高山区，与其它成矿带相比，其地质研究程度较差，但从以上所述可知该区与华力西期火山岩有关的有色金属、贵金属及铜矿具有广阔的远景。

8. 成吉思—塔尔巴哈台成矿亚带

一、区域地质构造特征

成吉思—塔尔巴哈台成矿亚带呈北西—南东向带状延伸，其南东端进入我国境内。东北面与扎尔马—萨乌尔成矿亚带毗邻，西南面与巴彦阿乌尔成矿亚带、乌斯品成矿亚带和巴尔喀什成矿亚区相接，呈北西—南东向延伸的狭长地带。北西宽约 105km，中部宽 165km，向南东渐变窄至 45km，全长约 700km。

从大地构造上看，该矿带位于准噶尔—巴尔喀什和斋桑两个华力西褶皱带之间，属中哈萨克斯坦加里东褶皱构造体系的东支。按大多数地质学者的意见，本区为一大的复背斜构造，由一系列挤压而成且被断层复杂化的复背斜和复向斜组成。可划分出前寒武纪加东期、华力西期和基米里—阿尔卑斯期等几个构造层。加里东期属地槽阶段，华力西期属地槽期后阶段，它们在该区的地质发展史中起着重要的作用。

根据构造—建造发育特征，可划出一系列的构造—建造带，各带之边界往往为长期活动的深大断裂。

加里东构造建造带义可分为 3 种类型：

(一)相对活动型包括阿克巴斯陶带、阿克恰陶带、阿尔卡麦尔根带、迈卡英带、阿尔卡累克带、西塔尔巴哈台及卡尔果巴带，是由拉伸型构造运动形成的槽状拗陷，常伴有细碧岩—辉绿岩建造。喷出岩广泛发育，地层厚度大，褶皱为长条形。回返期和造山期的侵入岩浆

活动表现微弱,但有岛弧型的各种火山建造的广泛堆积。回返期后的组合主要为磨拉石建造、磨拉石—安山岩—玄武岩建造及英安岩—安山岩组合等。回返阶段结束常有闪长岩—花岗闪长岩的侵入。

(二)相对稳定型 分布于成一塔褶皱带的中央部分。如迈布拉克带、穆尔日克带、卡泰带和谢米兹布格带等。它们的共同特点是,基本呈等轴状,总地层厚度相对较薄,褶皱平缓,回返阶段和造山阶段花岗岩类广泛发育,回返阶段稳定时间长,火山岩层及部分侵入岩碱陛程度高,氧化铝过饱和。

(三)过渡型其性质介于以上两者之间。属此类型的有中央成吉思带,临成吉思带,斯帕斯带,阿希苏带和萨尔萨赞带,大多数属成一塔褶皱带的边缘带。各带在地槽阶段的发育特点是出现了分异的和显著分异的火山岩建造,构造岩浆活化作用表现十分强烈。

华力西构造—建造带

华力西构造—建造带实际上是成一塔褶皱带周围沿区域大断裂相互连接的边缘构造带。主要指接合带东北一侧的阿尔卡累克带、阿希苏带、卡尔果巴带和萨尔萨赞带。各带的地槽阶段和回返阶段缩短,造山阶段表现强烈,构造岩浆作用十分显著,火山建造发育,岩石碱性程度高,主要为安山岩—英安岩类。西南一侧有近成吉思带、斯帕斯带,从吉维特期起沉积了厚达 2000m 的玄武岩、灰岩—陆源建造,古生代晚期出现各种火山建造和侵入岩建造,建成该带发育的多旋回性。

三、矿产

成吉思—塔尔巴哈台带,系以铜、铅、钼为主的多金属成矿带,矿点、矿化带广泛发育,大部分矿化与火山—岩浆建造的发育紧密相关。重要的矿化类型有铜—锌黄铁矿建造,黄铁矿—多金属建造、斑岩铜矿建造和黄铁矿—霞晶石—多金属建造等。成矿的性质由其地质结构的发育特点所决定,可分为两个明显不同的成矿期:一是加里东期,具有完全的地槽褶皱系的构造岩浆旋回特点,二为华力西期,表现为构造岩浆活动叠加于固结的加单东褶皱之上的特征。该区褶皱构造的多相性,决定了不同类型黄铁矿矿床的多椎性,大部分黄铁矿类的矿床均与不同类型的为刚性断块所分割的地槽拗陷内的火山建造有关。各类含矿建造的特征简述如下:

火山沉积黄铁矿建造

该类矿化在阿克恰陶背斜东部的阿克恰陶—科苏拉克矿带研究较详细。矿化与早寒武—晚奥陶世的炭质—硅质陆源岩建造密切相关,含矿岩层为火山岩与沉积岩的频繁互层,整个含矿带产于辉绿玢岩、辉绿岩和细碧岩与硅质、炭质—硅质、炭质—泥质、泥质粉砂岩的互层段中。致密矿石带厚 1—1.5m,浸染矿化带厚几米至几十米。有确实资料证明它们是火山—沉积成因的。科斯库杜克、茹萨拜等矿点属此类矿化。

矿例

茹萨拜矿床 矿床位于亚历山大罗夫带内茹萨雷背斜东南缘,背斜核部出露晚奥陶世安山岩、安山质岩屑品质凝灰岩、凝灰砂岩、钠长斑岩,矿体长约1600m,早南北向延伸,矿体呈透镜体状,围岩蚀变强烈,已变为绢云—石英岩,属火山—沉积矿床,矿化规模小—中型。

斑岩铜矿建造

成一塔成矿带内斑岩铜矿建造很有远景,广泛分布在斯帕斯带、迈布拉克带、近成吉思带和中塔尔巴哈台带等地。按含矿建造的不同,可分为以下几种类型:(一)与闪长岩—英闪岩建造有关的斑岩铜—钼矿床。矿化产于中泥盆世斜长花岗闪长岩体中,矿床范围内的安山—玄武质熔岩、层凝灰岩及沉积岩受到不同程度的接触—动力变质和区域变质作用;(二)与闪长岩—花岗闪长岩建造有关的斑岩钼—铜矿化。主要分布在迈布拉克带和中塔尔巴哈台带,矿化产于侵入体的有利构造部位(盖层的脊状隆起和穹状构造)及侵入前的断裂和裂隙化带内,属此类矿化的有坎绍克、卡拉巴依、卡拉苏等矿点;(三)与英闪岩—花岗闪长岩建造有关的斑岩钼—铜矿,主要分布在准噶尔—巴尔喀什褶皱系华力西带之边缘部分,如阿尔金巴伊卡兹等矿点,它们多见于侵入体与构造带之接触部位,矿化规模均不大;(四)与花岗闪长岩—石英二长岩建造有关的铜—钼矿,矿化产于侵入体内或热液蚀变岩石中,分布在卡拉索尔—卡英德带、巴尔纳斯带、近成吉思带和中塔尔巴哈台带内,一般规模较小,努尔拜、扎帕德诺耶等矿点属此类矿化。

黄铜矿—铜—锌建造 实际上亦可列为火山—沉积建造,主要分布在阿克巴斯陶和亚历山大罗夫构造带内,与早期回返期分异的似玄武岩建造有关。包括阿克巴斯陶—科斯木伦、米泽克和亚历山大罗夫矿点群及苏维尔尼矿床等。其共同的特征是矿化产于中—晚

奥陶世火山岩建造中,是中心式喷发环境下形成的。矿化直接与连续分异的安山玄武—英安岩建造(铜—锌建造)或两极分异的粗面英安—玄武岩建造(铅—锌—铜建造)有关。矿床多属中—小型。

矿例

阿克巴斯陶—科斯木伦矿田 矿田于1939—1941年作为金矿床发现的,1956—1957年查明属黄铁矿—铜—锌矿石建造。构造上位于阿克巴斯陶背斜核部,矿田本身为一背斜

状火山—穹隆构造(中心陷落的破火山口)。它形成于3个不同的阶段,每一阶段均产出相应的喷出岩、火山岩和次火山岩系。矿体产于北北西或南北向强烈片理化带的热液蚀变岩石中,容矿岩石为中奥陶—上奥陶统的安山岩—玄武岩和英安岩,已遭受绿岩化,局部有火山同期的青磐岩化。蚀变带分两类,一为多相复杂的次生石英岩带,一为含分散黄铁矿化的单相石英—绢云母带,这是该类矿化重要的找矿标志。

阿克巴斯陶矿床，产于破火山口附近同火山断裂中，分中、西、东三个矿体，以中矿体最大，由几个凸镜状和四个整合矿体组成。科斯木伦矿床分上、下两个矿体，由雁行状排列的数个凸镜体组成。

黄铁矿—重晶石—多金属建造

该矿石建造与地槽凹陷内发育的中寒武世角斑安山岩建造有关，主要限于中性—中酸性火山岩内英安岩成分的次火山斑岩侵入体广泛发育的地段。矿化在空间上与次火山斑岩

侵入体密切相关，往往分布在同生火山片理化带与热液活动交错带之交结处。阿亚古斯矿床和迈卡英B矿床属此类矿化。

矿例

迈卡英矿田 矿田产于北东东向迈卡英—埃基巴斯图兹复背斜早—中寒武世火山岩系中，含矿岩系下部为碧石—细碧岩—辉绿岩建造，上部为角斑岩—安山岩建造。矿田本身推测为一火山成因构造(破火山口)，矿化产于断裂带内，呈线性延伸，分主矿带和西矿带两个矿带。主矿带产于东断裂带，包括迈卡英、迈卡英A、B、c、D、E等矿体，西矿带产于西断裂带，大部分矿体与火山—沉积岩整合产出，一些小矿体与围岩交切，按物质成分可分为黄铁矿型、黄铁矿—重晶石—多金属型、重金属—多金属型。矿床属火山沉积(黄铁矿)型，规模为小—中型。

除上述矿化外，该成矿带内尚有矽卡岩型金—铜矿及金—多金属矿和含金石英脉建造等矿化广泛发育，它们均与地槽沉积或回返期的火山建造有关。区内的法门期地层还具有形成阿塔苏型铁锰矿和铅锌矿的远景，但就目前所知，矿化比较分散、规模较小，工业意义不大。

综上所述该区各含矿建造及矿物类型的内生矿化分布极不均匀，但总的呈现一定的分带性，这是由含矿建造剖面的矿床位置或与一定地质建造有密切成因和空间关系的含矿建造组合位置决定的。成吉思—塔尔巴哈台成矿亚带矿化分布的规律可初步归纳如下：

(一)具工业价值的矿床主要形成于加里东期，华力西期后的矿产种类繁多，但其工业意义相对较小；

(二)埋藏的刚性地块的存在为本区地质构造发育的基本特点。在刚性地块之上花岗岩类杂岩广泛发育，与之有关的是斑岩铜矿化和重晶石—多金属矿化，主要分布在西部广泛发育的复向斜地段(如迈布拉克，巴彦阿乌尔、迈库边等)以及东部范围较小的地垒复背斜中(如阿尔恰苏、卡泰斯克及卡尔戈宾等)。斑岩铜矿多见于隐伏的刚性地块的交错破碎带，而重晶石—多金属矿化则分布在刚性地块的边缘，叠加在早期隆起或刚性地块边缘之上，有强烈岩浆作用的优地槽内，产出分异的玄武岩建造和多期花岗岩类建造，与之有关的矿产分别为含金黄铁矿—铜—锌矿化和斑岩铜矿化；

(三)迈卡英—阿尔卡麦根带是该区前寒武纪黄铁矿—多金属矿化的远景区，矿化与中心型火山机构群局部火山构造范围内连续分异的英安岩—安山岩—玄武岩建造有关。

9. 巴彦阿乌拉成矿亚区与杰兹卡兹甘成矿区

一、巴彦阿乌拉成矿亚区

该成矿亚区位于哈萨克斯坦最北部，也是调研区最北部的成矿亚区。介于北西向的成吉思—塔尔巴哈台构造单元，与近东北向的古老中间复背斜隆起之间。为一平面上近似三角形的断块。

该区的内部构造由不同方向的贝加尔—加里东和加里东—华力西构造—建造带与华力西—基米里期的叠加盆地结合而成，区内的成矿作用在成分和时代上表现得多种多样，在各个重要的地质旋回期，均有与之相应的矿产，从而成为一个包括金、多金属、钴、镍、铁、钛和稀土金属在内的多金属成矿区。与加里东期火山岩有关的矿化在该区成矿作用中占有重要的地位，其中以斑岩铜矿和金—黄铁矿—多金属建造中的矿化工业意义较大。

斑岩铜矿 产在加里东旋回的早期，早—中寒武世近东西向的博谢库利组火山岩中，与斜长花岗岩侵入岩在空间上有成因关系，以博谢库利铜矿为代表，属大型铜矿床。

金—黄铁矿—多金属建造中的矿化，产在成矿区东部中奥陶统迈卡英组火山岩中，也可称为迈卡英型多金属矿化。

二、杰兹卡兹甘成矿区

区域地质构造特征

成矿区位于东哈萨克斯坦镶嵌构造之西部，西邻乌卢套成矿带，东部与乌斯品等东西向构造单元相接，北部与田吉兹成矿区毗邻，为一华力西期准地台。

加里东构造层与乌卢套有着大致相似的特点。华力西旋回的法门期出现火山岩和辉绿岩及辉长—辉绿岩的次火山侵入体，石炭—二叠纪时，主要发育陆源沉积岩。

成矿区北部为萨雷苏—田吉兹隆起，由北西向和近东西向交替的地堑向斜和地垒背斜组成，向斜中充填着法门期和早石炭世沉积。南部为杰兹卡兹甘盆地，主要发育石炭—二叠纪地层。南北两区之间大约以乌卢套深断裂为界。

矿产

该区与火山作用有关的金属矿化，仅限于早华力西期的铁—锰矿化。主要见于矿带西部，作东西向展布，属阿塔苏型铁锰矿床，为乌卢套同类型矿床的东延部分。继续往南东方向可与楚—伊犁及乌斯品矿带的阿塔苏型铁锰矿带相连。矿床以锰为主，其次为铁和铅，主要矿石建造为褐锰矿—硬锰矿—赤铁矿或硬锰矿—锰铅矿—锰钡矿，成矿时代不清，多为沉积（火山）型小矿床，在该矿带具一定的找矿前景。典型矿例如杰兹德矿床和卡拉塔斯矿床等。

10. 楚—伊犁成矿带

一、区域地质构造特征

楚—伊犁成矿带位于准噶尔—巴尔喀什华力西隆起的西缘，属加里东褶皱带，北面进入哈萨克斯坦西部，西北与乌斯品矿带相接，东南与北天山相邻，为一基本上呈北北西向延伸的矿带，长期处于活动状态的复杂大断裂以及加里东—华力西旋回的花岗岩和酸性火山岩，对本区的地质发展起着重要的作用，并控制了该区矿产分布的基本格局。

楚—伊犁褶皱带于元古代形成大陆壳，轴部地壳厚 55km，边缘厚 45km，莫氏面平均位于 45km 深处。褶皱带由一系列大断裂及复背斜和复向斜组成。西南缘的楚河断裂也是该成矿带的西南边界，产生在贝加尔旋回，楚—伊犁地区各个活动带之发展演化与之紧密相关。其它大断裂，常常是不同构造带之分界线，并控制了侵入—火山岩及一些火山机构的分布。

科奴尔托别—楚河复背斜，在贝加尔旋回火山活动十分强烈，从早加里东地壳拉张期的玄武岩大量喷出，基性、超基性岩沿断裂发生侵位，到加里东期楚—伊犁构造带中央部位的扎拉伊尔—奈曼复向斜及西巴尔喀什复向斜、滨河塔苏拗陷等构造带，均有岩浆火山活动，尤其在泥盆纪时形成造山期安山岩、安山岩—玄武岩—流纹岩、流纹岩—安山岩和陆源沉积，在某些地方明显地出现基性和酸性两个火山周期，构成纵贯该区东部的泥盆纪火山带。火山带被断裂切割的地段，有中—晚古生代花岗岩类和与之有关的石英—云英岩含矿溶液的侵入，形成许多有工业意义的矿床。总之泥盆纪的酸性—中酸性浅成和深成岩浆活动对该区的矿化起着极其重要的作用，在一定程度上决定着矿化的种类和矿床类型。

二、矿产

楚—伊犁成矿带矿产十分丰富，至 1980 年的统计，铁、铜、铅、锌、铬、钨、锡等矿种共计矿床(点)约 2 000 余处，从现有资料看，与火山岩有关的矿产占有重要的地位。从成矿时代上看，以加里东旋回最主要，其次为华力西期，矿种上以铁、铁—锰和多金属为主，各类型的伴生金、银矿具有一定的价值。

铁矿

主要是产在上元古界别克帕克达拉群中的硅质绿片岩—变斑岩建造中的碧玉铁质岩矿层，属火山—沉积矿床。矿床规模较大，代表性矿床如茹安托别盆地中的茹安托别矿床和捷米尔矿床。

三、矿例

茹安托别铁矿 矿床位于复向斜中茹安托别隆起上，沿扎拉伊尔断裂向东南延伸，矿层产在上元古界别特帕克、塔拉群茹安托别组绢云母千枚岩、石英斑岩的残斑变岩、石英岩、大理岩和玄武岩类岩组中，含矿层有 4—5 层，均为碧玉铁质岩，矿层厚 10—30m，总厚 110m，延伸 8500m。平均含铁 34%—51%，二氧化硅 14%—40%，含微量铅、铜、锌、钼、钽、铋、钨及痕量的金、银，据计算 TFe 大于 50% 的矿石储量约 5 亿吨，矿石属难选矿石，用直接还原法耗煤 0.8 吨可获硅钢 1 吨。

据铅法测定，茹安托别组为 $1670 \pm 10\text{Ma}$ ，大约相当于早里菲期，矿床还受加里东花岗岩类的变质作用影响，故认为属变质火山—沉积型铁矿床。

捷米尔铁矿带之特征与茹安托别矿床相似，实际上包括许多矿点，它们均产在元古代石英—云母千枚状片岩和含铁石英岩系中，含矿层有 4—7 层，长 200—5 800m，矿体厚数米至数十米，含铁 15%—53%，属磁铁矿—赤铁矿建造，矿石易选，远景储量达 5 亿吨。

镁—锰矿

以阿克扎尔—沙雷土姆矿床和布鲁塔斯矿床为代表，前者产在中杜内阶的火山碎屑岩中，含矿带总厚 30—60m，延伸 6000m，矿层厚 0.1—10m。矿床属脉—层并型，为沉积—热液作用生成。含赤铁矿 70%—90%，锰 10%—37%，伴有铅、锌、钡、银等。后者产于文德—寒武系沉积—火山岩中，铁锰矿层长 600m，厚 4—6m，含铁 20%—35%，锰 14%—16%，伴有铅、锌、铋、镍、钴、铀、砷、银、铬等，以铅、银最需要。与层状铁锰矿产于同一地层层位，但多为透镜状、夹层或网脉状，显然是后期热液交代作用所形成。该类矿床属复合成因的沉积—热液—交代矿床是无疑的，矿床多为中—小型。

多金属矿化

该成矿带的多金属矿化其矿物成分较复杂，矿体形态多种多样。其中以石英—黄铁细晶岩建造最重要，其工业意义居该成矿带之第二位。这是一类属火山—构造成因的矿床类型，多为矿化点，数量多，约 200 余个。矿化分布在断裂带和断裂交汇处，围岩为火山岩，陆源沉积和花岗岩类。矿化带长数百米，个别达几公里，宽数米到几十米，矿体多为网脉状、细脉浸染状及层状。主要金属矿物为方铅矿、闪锌矿和黄铁矿，有时见黄铜矿、毒砂、自然金。脉石主要为石英、重晶石和碳酸盐。矿石中除含铅、锌外，尚含有铜、钡、钒、钼、镉、银、锡、锗、钴、铀等元素。围岩蚀变有黄铁矿化、角岩化、绿帘石化。成矿年代可以从元古代直到二叠纪。本区属此类矿化的有库亚孜拜铅、锌矿床，产于寒武系火山—沉积岩中；奥尔特扎尔塔斯多金属矿，产于志留系砾岩、砂岩、凝灰岩、辉绿玢岩的构造破碎带；库尔代多金属矿产于奥陶系火山—沉积岩中，围岩有强烈变质，伴有含量偏高的金和银。

总结楚—伊犁成矿带的矿化特征，大致可看出矿产分布有如下规律：

(一)矿化的形成取决于地壳的多旋回性阶梯状的发展，构造建造带总的方向为纵向的、平行或接近枢纽构造走向的，相邻两翼的内部结构是断块状的，横向的，以北东向断裂对成矿具最重要的意义；

(二)成矿作用按旋回和阶段有规律地定向发生：从一个旋回到另一个旋回，矿石的亲铁性逐渐减弱，亲石性逐渐增强；每个旋回中与早期阶段基性岩浆有关的火山—沉积成矿作用和火山成矿作用，在中期阶段则被中酸性岩浆有关的矿化所更替，在晚期阶段形成与酸性侵入体有关的矿化；

(三)在成矿时间上，早元古旋回早期阶段形成砂卡岩—变质铁矿及火山沉积—交代的铅锌矿，里菲期形成各种层控的火山沉积—交代的硅—铁质建造和铅—锌建造，如茹安托别矿床。加里东晚期形成与次火山建造有关的沙尔吉亚型钼矿，华力西期亦为较重要的成矿期。

初期在一些叠加盆地内形成阿塔苏型火山沉积—交代的铅—锌矿化。中期为与火山青磐岩建造有关的萨雷沙甘型斑岩铜矿建造，最后以云英岩—石英脉钨—钼—铋—锡矿化告终；

(四) 楚—伊犁成矿带包括了几个矿带、矿区和矿结。萨雷图马带是伴有显著的层控火山成因的矿带(布鲁尔塔斯型)，和贵金属的矿化亚带。沙尔基亚—卡劳巴带对卡劳巴型综合型稀有金属矿化及沙尔吉亚型次火山钼矿化具专属性，富含贵金属、铜、多金属矿化的阿纳尔海带分布于成矿带的东南侧；

(五) 横向构造对矿结的分布起了重要的作用，在几个矿结分布靠近的地方产生了一些范围更大的多金属矿区，以沙尔吉亚—卡劳巴矿区(铅、锌、铜、铝、钨、铋)、茹安托别—帕斯坦矿区(铁、钼、铬)，凯布矿区(锡、钨、锰、铅、锌)等规模较大。矿带从西南向东北，金属元素依次更替：铜、铁、铬、砷、铅、锌、钨、钼、锡、铜，从而显示出清楚的分带性。

11. 乌卢套成矿亚带

一、区域地质构造特征

乌卢套成矿亚带位于哈萨克斯坦褶皱系的西缘，由一系列近南北向的复背斜与复向斜组成，其内部构造十分复杂。早前寒武纪基底经历了几个大的发展旋回，由6个连续的古老变质岩群组成。

太古代—早元古代卡累利阿旋回的各个阶段均有火山活动，主要有安山岩、安山玄武岩、英安岩、流纹岩及含铁石英岩，该旋回末期形成了茹安卡杂岩的含锡浅色花岗岩侵入体。中、晚里菲纪旋回以千枚岩、片岩、灰质页岩及一些酸性和基性的喷发岩为主。贝加尔旋回主要发育辉绿岩，砂岩和凝灰岩层。加里东旋回的寒武纪阶段局部有硅质—炭质、钙质—泥质页岩分布，奥陶纪时有玄武岩、玄武岩—安山岩成分的凝灰岩与砂岩和粉砂岩的互层。泥盆纪有较强烈的岩浆活动，并以火山岩为主，初期表现为局部的碱性玄武岩类火山活动，中—晚期在乌卢套复背斜出现流纹岩成分的火山岩和浅色花岗岩侵入体。华力西构造层主要由泥盆纪和石炭纪地层组成，构成了基底之上的上叠向斜。

二、矿产

该成矿亚带的成矿作用主要是与卡累利阿旋回早期玄武岩—安山岩火山活动有关的铁矿，它们构成了区内最重要的萨雷图尔盖—别列乌特铁矿带。另外，在泥盆纪陆源岩中有一些含铜石英脉，石英硫化物脉，其中均含有金。萨雷图尔盖—别列乌特铁矿呈近南北向延伸，长约300km，几乎贯穿整个成矿带。铁矿产在卡尔萨尔派群的含铁石英岩中。该岩群由4个韵律层组成。每个韵律层下部为斑状变质岩和绿片岩，上部为含铁石英岩和片岩。每个韵律层中火山岩层厚300—1300m，含矿层厚60—100m。含矿层由含铁石英岩—石英—绢云母片岩和含石墨的石英绢云母—绿泥石片岩互层组成。

含铁石英岩可分出 9 个层位，长数十公里，每层厚 20—25m，含铁 33%—44%，二氧化硅 34%，硫 0.22%，此外还含有锌、钡、矾，矿石质量差、难选。在卡尔萨克派盆地中共查明 14 个铁矿，规模均为中—大型，代表性的矿床有博尔勃拉翁矿床和阿希塔斯特矿床。

三、矿例

阿希塔斯特铁矿矿床位于乌卢套地块西北部。矿床产在奥陶纪花岗闪长岩体中的变质岩残山体内，由元古界基性火山岩、碳酸盐岩和陆源岩石形成的绿泥斜长片岩、角闪斜长片岩、云英片岩、磁铁矿角闪斜长片岩、大理岩经区域变质和接触变质作用而成。有两个铁矿层，延伸长约 9000m，共包括有 12 个矿体。矿体长 1500—2800m，总厚 40—50m，延伸约 400m。矿石为石英—赤铁矿矿石（约 30%）、石英—赤铁矿—磁铁矿矿石（占大多数）、石英—绿泥石—磁铁矿矿石、角闪石—磁铁矿矿石。矿石含铁 30%—56%，平均约 40%，含硫最高 0.22%，磷最高 0.77%，属大型的火山沉积变质的石英—赤铁矿—磁铁矿矿床。

另据某些研究结果证明，这种地槽火山岩层中的含铁石英岩系与下元古代的绿色页岩的玄武岩—细碧岩建造共生。它们在区域上以每吨含 3—6 毫克的金和相当低浓度的克拉克值 ($KK_{Au}=3.1$) 为特征。同时还查明不同矿床矿石的含金性是不相同的，只有在细条带状含铁石英岩发育的地段，同生的碳酸盐—石英—硫化物的交替地段及铁以氧化物形式转变为硫化物形式的特殊相段，对于金的聚积最有利。在乌卢套大复背斜的某些地段常常可找到产在碧玉铁质岩中、并与花岗斑岩小侵入体共生的石英—脉金矿化，这与世界上已知的同类矿床有许多相似之处，因而对该区火山—沉积岩铁矿岩系，应注意其含金性的研究，在铁—碳酸盐—硅质层为后期构造岩浆作用叠加的特殊层位、且有流动的热液金—硫化物成矿作用显示的地段，很有可能发现金—铁英岩类型的金矿化，并且它们可能在几个地层层位中追索到。

在区内华力西期的上叠构造中，还产有一些铁—锰矿化，属阿塔苏型硅质—碳酸盐铁—锰建造，但规模均不大。

12. 北天山成矿亚带

北天山属于加里东褶皱系，该褶皱系东北部沿巴尔喀什—捷克斯断裂带与中哈萨克斯坦华力西褶皱系分界，南和西南部以 B·N·尼古拉耶夫线（天山主要断裂）分界。

地槽阶段始于晚元古代，到奥陶纪末以褶皱构造的形式而告结束。该区在大部分被花岗岩占据的广阔空间，前里菲纪深变质岩断块分布在外伊犁山脉轴部的阿克丘兹、吉尔吉斯山脉等地。里菲纪—早古生代建造保存很差，除沉积岩断块外，还保留有一些火山岩断块。该区主要发育早加里东期构造。早寒武世早期拗陷作用伴随有较强的火山活动，表现有基性熔岩的喷出和规模不大的整性、超基性岩侵入，形成了由火山—沉积岩组成的下构造层，中期火山活动较弱，在陆相和海相互层沉积物中夹有玄武岩熔岩。晚期以花岗岩类侵入为主。

在早古生代加里东构造层上明显叠加了一些华力西期的构造盆地，盆地沉积由中古生代和晚古生代造山建造组成。造山构造层的成分中清楚地分为 3 层。下层由早—中泥盆世火山

和火山—沉积岩组成。这些火山活动在准噶尔—巴尔喀什地槽系的边界处特别强烈。中层由厚度较大的晚泥盆世和早石炭世岩层组成。这种岩层有碳酸盐岩—陆源滨海相沉积和红色陆相碎屑沉积两种类型。上构造层为中石炭世—二叠纪的红色、灰色砂质—粘土沉积，偶尔有安山岩—粗面安山岩火山岩系的沉积。

从三叠纪开始，整个北天山在宁静状态下具有弱差异运动，在继承华力西期的拗陷中充填陆相杂色砾岩。侏罗纪时期，拗陷继续下沉，有褐煤沉积。白垩纪所有拗陷发生隆起。渐新世开始，构造运动强烈，形成断块—穹形山脉和山间盆地，沉积很厚的陆源碎屑磨拉石。

北天山包括穆云库姆—纳拉特成矿亚带、北天山成矿亚带、卡拉套成矿亚带和乌卢套成矿亚带，该节把穆云库姆—纳拉特成矿亚带并入北天山成矿亚带统一阐述其成矿的特征。

北天山成矿亚带，其东北部与楚—伊犁成矿带相接，东部延续到中国境内。

该区已知与火山作用有关的矿床不多。

对前寒武纪的成矿作用研究很差。已知前寒武纪有少量层控类型的黄铁矿多金属矿化，产于元古代结晶片岩和角闪岩中，可能与火山作用有关。

加里东早期，有地槽早期火山岩喷发，但没有与之相伴的矿化出现。中期有层控、热液叠加类型的铅锌矿床(奇纳瑟尔赛等)赋存于(K_2-0_1)火山硅质—陆源岩系中。有资料说明铅、锌矿床的形成与火山活动有关。

华力西旋回早期，强烈发育阿塔苏型层控沉积—交代的铅—铜—锌—重晶石矿化，矿化与石炭世时期的火山喷发有关。

13. 卡拉套成矿亚带

卡拉套成矿亚带，沿哈萨克加盟共和国南缘的卡拉套山脉以及吉尔吉斯加盟共和国西北部的塔拉斯山脉的西北分支，呈北西向延伸，长 600km，宽 20—30km。其西北部隐伏于成海东部和楚—萨雷苏盆地松散沉积之下。卡拉套是哈萨克斯坦铅、锌矿的主要产区之一。

卡拉套山脉在构造上是一个构造复杂的大复背斜。包括西北卡拉套、小卡拉套、拜占赛和博罗尔代复背斜以及中卡拉套复向斜。卡拉套大复背斜的东南部分为塔拉斯山脉的西北分支—塔拉斯复背斜。卡拉套成矿带跨北天山和南天山两个构造系。卡拉套主断裂是北天山、南天山以及影响古生代岩相分布的分界。该区最老的岩层为早、中元古代变质的角闪岩和片麻岩建造。地槽阶段始于里菲纪，形成了地槽早期的火山—沉积建造(碳酸盐岩—玄武岩—安山岩建造)、地槽晚期的碳酸盐岩建造和造山期的红色陆源和“斑岩”建造(火山—磨拉石建造)。贝加尔期形成了文德系巨厚杂色陆源建造和早寒武世含铁硅质页岩建造。加革东期形成了早古生代巨厚的白云岩—灰岩建造，缺少志留系。华力西的构造层，主要为碳酸盐岩沉积组成，在塔拉斯山脉的西北部在碳酸盐岩层的上部有后成型火山成因建造。

卡拉套是一个磷、矾多金属成矿带。与火山有关的金属矿产主要为华力西构造—岩浆旋回的晚泥盆—早石炭世的层控铅—锌矿床，以及较弱的铜矿化。在里菲纪火山褶皱沉积岩中

有金、银和铋的矿化。下面仅就卡拉套成矿带具有重要工业意义的铅、锌矿的成矿特征叙述如下：

在卡拉套成矿亚带，多金属矿遍及卡拉套山脉和塔拉斯山脉的西北分支，但主要集中在大卡拉套山脉的中部、东南部和塔拉斯山脉的西北分支，已发现 20 多个矿床和 50 多个矿点。在小卡拉套山脉仅见一处矿床(苏列曼赛矿床)和 15 个矿点。绝大多数矿床产在法门期和杜内期碳酸盐岩内，但小卡拉套山脉的铅、锌矿则产在杜内早期陆源岩层中。在大卡拉套山脉西北部早古生代和前寒武纪和地层中，仅见个别规模很小的脉状多金属矿化和浸染一细脉状铅一锌矿化。铅、锌矿化在大卡拉套山脉的中部和东南部以及塔拉斯山脉西北部构成长达 400km，宽 50km 的米尔加里姆赛—热特姆特矿带。该矿带的大多数矿床和矿点产在法门期和杜内早期的碳酸盐岩层内，仅少数矿点产在杜内晚期和维宪期岩层内，在纳缪尔期实际上未见铅锌矿化。

对卡拉套铅、锌矿床曾从不同观点进行过研究，最早认为是特殊的热液型或远成热液型，后来，M·M·康斯坦季诺夫等提出原生沉积或火山沉积的，近来又有人提出为“密西西比型”层控矿床，这些矿床既有热液沉积的，也有热液—交代复合成因的矿床。不论属于那个类型，都可能与火山活动有一定联系。

T·H·谢尔巴等人将产于法门—杜内期碳酸盐岩层中的铅、锌矿床称为卡拉套型矿床。卡拉套型又分为米尔加里姆赛和阿奇赛两个亚型。米尔加里姆赛亚型(米尔加里姆赛矿床、沙耳基亚矿床等)为韵律互层的白云质灰岩和白云岩中顺层浸染。部分为细脉状的萤晶石—方铅矿—闪锌矿整合层状矿体。阿奇赛亚型(阿奇赛矿床、卡拉赛矿床等)为成分上相似的碳酸盐岩层内的既有整合层状、也有脉状、巢状和柱状等交切的黄铁矿—方铅矿—闪锌矿矿体。

卡拉套多金属矿床有如下重要的分布规律：

1、现今已查明的中卡拉套和北西卡拉套铅、锌矿床，与卡拉套山脉西南，大致与山脉平行的锡尔河断裂具有空间上和成因上的联系。最近的一系列地质—地球物理工作查明，锡尔河断裂对卡拉套西南部的构造，岩浆、变质作用的形成有重大影响。沙耳基尔、米尔加里姆赛等矿床总体上分布在深大断裂带上，直接产在与深断裂有关的次一级断裂内的三级陡倾大断裂发育区；

2、多金属矿化的分布与法门期和杜内期碳酸盐岩层的岩性特点以及有利的沉积层位的关系密切。中卡拉套和北西卡拉套的所有铅、锌矿床内的矿体主要赋存于法门期和杜内期白云岩层位。剖面中没有白云岩的图尔兰海相灰岩—泥灰岩相岩层中，一个矿床也没有发现，这与白云岩有较高的孔隙度和脆性等物理因素有关；

3、在研究细脉—浸染型矿床矿体在剖面中的位置时确定，法门期最初几个有利矿石沉积的层状白云岩段通常都是容矿岩石。对沙耳基亚矿床来说就是从下数第三个层状白云岩段，对米尔加里姆赛矿床来说则是从下数第二个条带状白云岩层。

矿例

米尔加里姆赛矿床位于卡拉套山脉西南坡，中卡拉套复向斜坎塔吉—巴亚尔德矿田内。

矿区地层为晚泥盆世法门期和早石炭世杜内期岩石。法门期地层为块状、条带状和团粒状灰岩和白云岩互层。按岩性标志分为 11 层，各层厚度 5—70m 不等，总厚度为 600m。工业矿体产在剖面中第二条带层内。第二条带层由薄层状、块状、有时为团粒状的白云岩、钙质白云岩和灰岩组成。该层的特点是存在有机物。第二条带层的厚度为 2—4m 到 24—28m。

矿区内划分出米尔加里姆赛背斜、比列谢克向斜和松库利赛向斜等。断裂是成矿后的将矿区截成许多矿段。

矿石为不同程度矿化的碳酸盐岩(层状或块状、有时为假鲕状白云岩、钙质白云岩、白云质灰岩、灰岩)，其中有分散矿化或顺层浸染体、细脉以及少量硫化物致密小集合体。矿体的主要形态为整合的层状矿体。主矿体内为较富的顺层细脉浸染状矿化，产于矿层底部薄层状灰岩中。较贫矿化(中间矿化及上部平行矿体)赋存于矿层中部和上部的厚层状碳酸盐岩内。

按主要组分分为铅—重晶石矿石、铅矿石(重晶石较少)和铅—锌矿石(重晶石很少)。矿石矿物组分如表 3—5。

表3—5 米尔加里姆赛矿床矿石矿物成分表

矿物	分布程度				氧化带矿物
	主要的	一般的	次要的	少见的	
金属矿物	方铅矿 闪锌矿	黄铁矿	纤锌矿	磁铁矿 黄铜矿 斑铜矿 铜蓝 硫砷铜矿 银黝铜矿 辉钼银矿等 1 2种	铅矾 白铅矿 钼铅矿 菱锌矿 等 1 5种
	白云石 方解石 重晶石 石英	铁白云石 玉髓 莹石 绢云母		蛋白石	

矿例

阿奇赛矿床 位于卡拉套山脉中部的西北坡、别利马扎尔向斜的东部闭合端。矿区内分布有中—上泥盆统、法门阶下石炭统。下石炭统自下而上分 5 层：(1)基底层，为浅灰色薄层状灰岩，底部分界处的灰岩已角砾化；(2)黑色薄层和板状白云岩；(3)白云岩化灰岩；(4)暗灰色细粒灰岩和白云岩相间互层；(5)块状和厚层状灰岩夹少量白云岩。2—5 层都是含矿的，其中第 2 层最为重要，占矿床总储量的 50%左右。

早石炭世杜内期地层构成短轴背斜。矿区内有一条近东西向和北北西向的两条断裂通过。矿体集中分布在短轴向斜的东北部。共发现 64 个矿体，4 个出露地表。矿体形态和规模变化很大。主矿体出露地表面积 200m²，膨大部位厚度达 30m，狭缩部位 2—3m。矿体呈层状、筒状、凸镜状。有些矿体具有由陡倾矿脉和上覆平缓矿脉组成的丁字梁形态。矿体内有氧化铅、氧化锌和原生硫化铅、锌三种工业矿石。硫化矿石中铅与锌平均含量比例为 1:1.5。矿床氧化带深达 450m。

天山成矿省

1. 中天山(西段)成矿带

一、区域地质构造基本特征

中天山属华力西褶皱系，可划分为两个构造带，即恰特卡尔-纳伦褶皱带和库拉马-费尔干纳中间地块。

卡特卡尔-纳伦带分为两个构造层。在早华力西(中石炭世以前)构造层中，可分出卡拉套、纳伦、恰特卡尔和库拉马具有冒地槽发育环境的四个亚带。在泥盆纪末和早石炭世，沉积几乎遍及整个中天山。其进一步的发展是在费尔干纳-科克沙尔华力西期地槽(南天山)作用下进行的。在沉降区范围内普遍形成由中、上古生界碳酸盐岩和底部红色陆源岩层组成的早华力西建造。在早华力西建造之上有晚华力西磨拉石层。二叠纪有陆相火山活动，形成安山岩、英安岩组成的陆相喷发岩。

库拉马带是一个火山-侵入岩带，火山活动比较强烈，在下古生代褶皱基底上，形成了由中、酸性喷发岩和火山碎屑岩组成的陆相火山岩建造，同时有浅成化岗岩类岩体侵入和沉积了较薄的红色岩层和碳酸盐岩建造。中天山的中、新生代有与北天山大体相同的地质发展史。

二、成矿特征

中天山位于北天山加里东构造和南天山华力西构造之间的中间地带。分布有中泥盆世-下石炭世碳酸盐岩中的层控铅-锌矿床、斑岩型铜矿床及其它非火山岩型矿床。根据地质构造和成矿特征分为中天山成矿亚带与库拉马-费尔干纳成矿亚带。

(一)中天山成矿亚带

对应于卡拉套-纳伦构造-建造带。包括大卡拉套与北恰特卡尔两个矿带。前一个矿带包括大卡拉套山脉及其南侧的山前平原，后一个矿带包括乌加姆等山脉和北恰特卡尔山脉的东北部分。

该区有里菲纪的硅质-碳酸盐岩，加里东期的硅质-辉绿岩建造和华力西期的硅质-碳酸盐岩和火山-侵入岩建造。矿产方面有铅、锌、铁、铜、萤石以及次要的钨、锡、钼等矿产。与火山活动有关的晚古生代的成矿作用具有意义。这与上部构造层的演化有关。下部构造层中的层控矿化也值得重视。

大卡拉套矿带本矿带以远成热液层控矿床占多数,丰要是碳酸盐岩-铅-锌建造和黄铁矿-多金属建造。这些建造包括在华力西褶皱带早期阶段上泥盆-下石炭统灰岩-白云岩和硅质-灰岩组合中,可以归并到由北恰特卡尔和库拉明亚带延伸到乌契库拉奇-古赞成矿带所构成的“山”字形早华力西多金属矿带之内。本矿带岩浆活动微弱,看来矿床属非岩浆型的,但是根据乌加姆-库姆贝里和乌契库拉奇-古赞带的情况,这种成矿建造与火山活动有关。

在晚华力西时期,由于玄武岩类-辉绿岩类的火山-深成岩建造而发育钴、铜、铁矿化在碱性玄武岩类喷发岩中出现细晶岩硫化物-磁铁矿矿化。

金矿化产在区域断裂共轭部位的多通道喷发中心制约的构造洼地范围的火山岩内。火山岩是由中石炭世到晚二叠世的英安岩-粗面英安岩、粗面英安岩-安山岩、流纹岩-粗面流纹岩的各种岩相组成,容矿岩石是中晚石炭世粗面英安岩-安山岩杂质及穿切它们的正长-闪长玢岩内接触带上的喷发安山岩。

北恰特卡尔矿带 贝加尔旋回与火山有关的成矿作用应该予以注意。虽然目前尚未发现有意义的矿床,但恰特卡尔山脉文德系沉积-火山岩层和“活化”作用所产生的粗面玄武岩具有同生的钒、铁、钨和稀、碱金属等矿化,标志着有一定的成矿远景。主要的内生矿床出现在华力西时期,早华力西阶段在泥盆纪灰岩-白云岩组合内产出碳酸盐岩-铅-锌建造的多金属矿床。在下石炭统硅质灰岩内产有黄铁矿-多金属矿化,其规模比大卡拉套矿带的小一些。有资料说明黄铁矿-多金属矿化和层控铅-锌矿化均与火山活动有关。

(二)库拉明-费尔干纳成矿亚带

该带以中-上古生界为主的杂岩直接覆于变质程度不等的太古代-元古代杂岩上。该区已知有铅、锌、铜、铋、萤石、锑等矿床。与火山有关的成矿可划分 4 个矿带。

库拉明矿带该带包括喀尔然套山脉、恰特卡尔-库拉尔-英戈尔套山脉的西南支和饥饿草原的覆盖区。该带长期处在叠加的火山-深成岩带条件下,因此出现与火山岩有关的,多期成矿。该带是库拉明-费尔干纳、甚至整个中天山成矿区最多产的矿带。它拥有铅、锌、铜、铋、萤石、金、稀有金属等综合矿产,被称为多金属矿带。

库拉明矿带又可划分为 4 个成矿构造区:西库拉明(卡拉马扎尔)铁-多金属复背斜区;中库拉明(东恰拉马扎尔)铋-银-多金属盆地区,充填晚古生代火山-喷发岩;东库拉明铁-铜-多金属(含金)复背斜区;北库拉明铜-铜(含金)隆起区。

加里东时期,该区有与志留纪-早泥盆世砂岩-石英斑岩组合有关的金、铜矿化。该岩石组合是进入哈萨克斯坦的早泥盆世巨大火山-深成岩组合的一部分。该岩石组合中的安山岩-流纹岩建造具有较高的金、铜背景值。

华力西早期形成了卡拉套-恰特卡尔-库拉明-乌契库拉奇-古赞早华力西矿带的层控碳酸盐-多金属矿床。

华力西中期和晚期阶段造矿最多,中期出现与火山-深成岩带有关的高温矽卡岩铅-锌-铁-铜等矿产。铅、锌矿是一系列大、小矽卡岩型矿床。这里有碳酸盐岩石堆成的残垅和玄

武岩-安山岩-流纹岩充填的向斜盆地。铅-锌-矽卡岩建造丰要发育在花岗斑岩和花岗闪长斑岩岩墙的接触带上。在火山喷发岩与灰岩接触带上也出现铅、锌矿化。

钼和金的矿化主要出现在北库拉明地区,矿体与早泥盆世石英斑岩中的花岗闪长斑岩和花岗正长岩岩株有关。在早-中石炭世玄武岩-流纹岩和安山岩-英安岩建造系列的火山岩区有金矿点和明矾石矿点。晚华力西阶段有与二叠纪粗面玄武岩-流纹岩-粗面流纹岩有关的矿化。层控稀碱矿化与粗面玄武岩-流纹岩-粗面流纹岩有关;萤石矿化与粗面玄武岩有关;银-锡-多金属和某些锡矿与粗面流纹岩有关。多金属矿化与辉绿岩岩墙有联系。这些矿化主要分布于格林河右岸。

卡桑矿带(北费尔干纳亚带)像是卡拉套-纳伦带、库拉明-费尔干纳带与南天山之间的过渡带。该带包括恰特卡尔山脉中部南坡,主要是卡桑河流域。

加里东早期该带有重要的火山-沉积型磷、锰、钒、铁等矿产。华力西旋回早期,在早泥盆世形成砂岩-石英斑岩建造,无矿化。从中泥盆世中期到早石炭世结束,一直是碳酸盐岩和硅质岩的堆积,并形成层控铅-锌矿床。中石炭世出现构造运动和岩浆活动,形成玄武岩-安山岩-流纹岩组合的火山岩喷发和中酸性侵入岩活动。华力西晚期成矿最佳,有铋、金及伴生元素矿产砷、汞、多金属等。该阶段有早二叠世粗面玄武岩-流纹岩-粗面流纹岩喷发,但无资料说明是与火山活动有关的矿化,

塔姆拉-卡拉恰特尔矿带该矿带包括塔姆德套、汉斑迪和卡拉恰特尔三个矿带,其中以汉斑迪矿带拥有大型铅-锌矿床。铅锌矿集中产于乌契库拉奇带上。该矿带广泛发育泥盆纪碳酸盐岩沉积,在底部和含矿层位上有酸性喷发碎屑岩和沉积碎屑岩。

该矿带所有已知矿床和矿点均产在同沉积的背斜构造内,汉斑迪背斜两翼分布着工业意义的乌契库拉奇重晶石-方铅矿-闪锌矿矿床和方铅矿-闪锌矿-黄铁矿矿化。多金属矿石赋存在下泥盆统凝灰岩到上泥盆统弗拉斯灰岩的各个层位上。有证据表明,铅-锌矿化是在早华力西阶段火山活动逐渐熄灭条件下热液沉积形成的,经过了后来岩浆作用的改造。

北布坎套北矿带该矿带广泛发育前古生代杂岩、中泥盆-下石炭统碳酸盐岩和角斑岩-细碧岩-辉绿岩组合以及中石炭世的化岗岩类侵入体。该矿带拥有华力西构造-岩浆旋回的多阶段矿化点。出现矽卡岩-钼-黄铜矿、含铜黄铁矿和石英-硫化物-金建造,含铜黄铁矿矿化与早-中石炭世火山岩组合的细碧岩-辉绿岩建造有关。

2. 南天山成矿带

一、区域地质构造基本特征

南天山属于华力西褶皱系,是华力西运动发展最为完全的一个地区。对该区的下构造层(志留系-下泥盆统)可划出一系列发生于原生拗陷上的带。如吉萨尔-东阿赖(南天山西段)优地槽拗陷和阿赖-科克沙尔(南天山东段)冒地槽拗陷等。中泥盆世时产生的次生拗陷,充满了安山岩建造,这是在志留纪-早泥盆世堆积了碳酸盐岩建造的构造上产生的,如拉翁库

尔拗陷和捷克利托尔拗陷。晚古生代又进一步形成了复理石和磨拉石建造的叠加拗陷，如卡拉恰特尔和科克沙尔。南吉萨尔刚性地块边缘上产生的南吉萨尔华力西期火山拗陷具有特殊位置。南天山的东、西两部分各有不同的地质发展史，现以其西段的克齐尔库姆-阿赖带简述其地质、构造特征。

北部是卡拉恰特尔带，如上述它是叠加于锡尔河中间地块上的晚古生代拗陷。在费尔干纳南缘见有泥盆纪和早石炭世碳酸盐岩沉积，中石炭世-早二叠世陆源海相沉积，其上覆盖红色泻湖相和海相磨拉石沉积。往南是南费尔干纳优地槽带。在加里东褶皱基底上，覆盖着蛇绿岩层。该蛇绿岩层由超基性岩和辉长岩、玄武岩和细碧岩到硅质陆源岩和喷发岩组成。该蛇绿岩层呈南西西向沿南天山褶皱带的北缘延伸达 2000 余 km，成为中亚最大的蛇绿岩带。产于蛇绿岩上部的是志留纪板状笔石岩和火山-硅质岩、泥盆比-中石炭世碳酸盐岩、硅质粘土岩、陆源岩和泥砾岩层。在晚石炭世至下二叠纪期间有较广泛的基性和酸性岩侵入。南天山与北天山、中天山相比，中、新生代构造运动是按断陷运动方式发展的。新第三纪卷入到造山过程中，形成巨大的山区。

二、区域成矿特征

南天山是天山地槽褶皱区一个最重要的成矿带。它从西北的苏尔塔努伊兹达格近东西向大弧形山脉延伸到东边的巴希和科克沙尔山脉然后进入中国境内。它占据着吉尔吉斯加盟共和国南部、塔吉克共和国北部和乌兹别克共和国的中部与东部。

南天山的成矿作用最有意义的首先是华力西-构造岩浆旋回，特别是其造山阶段。该成矿地区主要与火山有关矿产都与这一阶段有关。前寒武纪和加里东旋回也有铜、金、黄铁矿-多金属、锰的矿化以及含矿火山-沉积层的形成。该成矿带可划分为以下成矿亚带(图 4-1)。

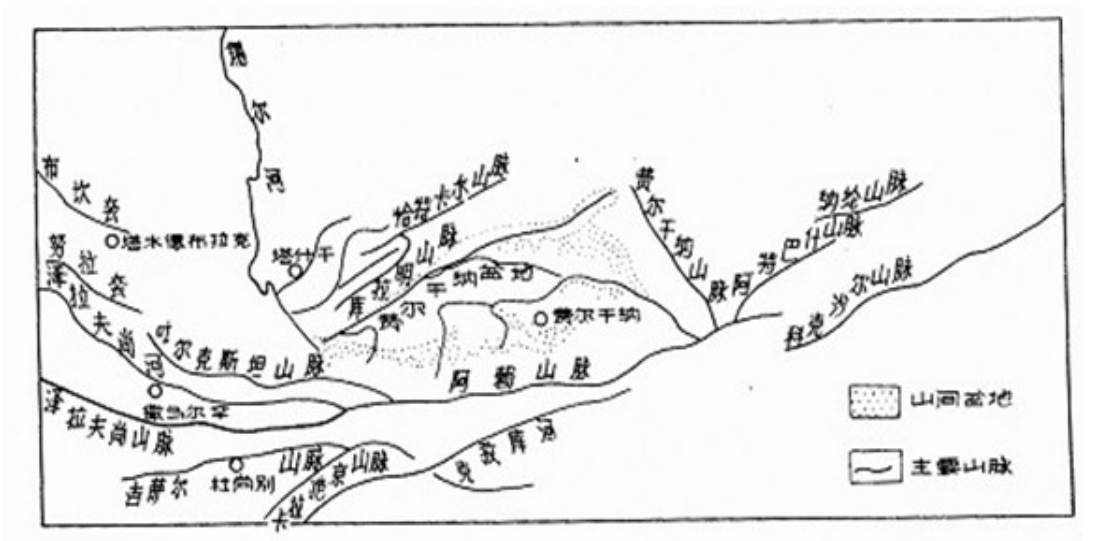


图 4-1 前苏联南天山山脉及山间盆地分布图

北布坎套南成矿亚带 位于剧烈变动的暗色岩地层中。贝加尔旋回的岩浆作用形成拉班玄武岩。后转为海绿石页岩，无有关矿化。在加里东、华力西旋回的造山期形成了与碱性橄榄石玄武岩浆有紧密联系的锌、铜黄铁矿含金型矿床，可能在同一时代早石炭世-中石炭世晚期火山沉积岩层中有重晶石的交代矿层。固结后的构造-岩浆-矿化作用表现为形成碱性玄武岩类岩墙，伴随有少量汞矿化。

南布坎套成矿亚带 发生于晚元古代洋壳型地层中，为一比较浅的自生槽谷。贝加尔构造-岩浆旋回有拉班玄武岩类火山作用。加里东、华力西构造-岩浆旋回的造山幕时期，形成晚古生代的金、银矿床以及锑、多金属和部分铜的矿化。金和稀有金属是该带的特征矿化，对于成矿时代有不同认识。一种看法认为属晚前寒武纪-早古生代，金矿层属卡拉善组(岩系的绿片岩部分)和科克帕塔斯组。这种观点的正确性为在切穿中泥盆统灰岩的辉石云斜煌斑岩墙中，发现角砾状含可见金的石英岩捕虏体和含金多金属矿化物石英碎块所证实。另一种看法认为该矿带有两个含金时代，一为加里东期(金黄铁矿型)，另一为华力西期(交代岩金、多金属硫化物石英型)。

吐克尔斯坦-阿赖成矿亚带 该成矿亚带产于洋壳型地层中。在里菲期变基性海绿石片岩地层中有含铁石英岩。中古生代时期有黄铁矿型铜矿和锌-铜-黄铁矿，已知产在北塔姆德套和部分在北努拉套的志留系火山岩地层中，后者的性质是成矿带的岛弧发育阶段。在成矿带范围内，工业规模的矿化在乌兹别克斯坦暂时还未查明。铜、铁及其伴生的钴、金和铜的远景有待进一步查明。

泽拉夫尚-吐克尔斯坦成矿亚带 该成矿亚带位于半洋壳型地层中。早期堆积了大量的陆源页、片岩层，原始火山作用有限，主要是玄武岩和安山岩。无与之有关的矿化。加里东-华力西构造岩浆旋回有与辉长岩、辉绿岩的次火山岩体有关的磁铁矿、钛铁矿和铁-铜硫化物。

卡塔尔马依成矿亚带 该带在加里东、华力西构造-岩浆旋回的早期阶段有大量玄武岩喷发，与之有关的有铜和锰的矿化。

泽拉夫善-阿赖成矿亚带 该带在加里东时期有穿透性安山岩类岩浆作用，无与之有关的矿化。华力西期造山幕时期有与碱性玄武岩岩墙有关的超低温汞矿床形成。

南吉萨尔成矿亚带 该带位于厚层大陆壳之上。玄武岩浆作用相对较弱。这里岩浆作用和金属成矿区的含矿性是相应的，其成分特征为具多金属、稀有金属和萤石矿床，同时还广泛地分布有亲铁、亲铜矿化。该带广泛发育石炭纪和二叠纪岩浆作用，为一岩浆成因带。成矿方面总的有萤石、稀有金属、部分铅-锌和铜矿床。可划分两个与火山有关的矿带：

杜查霍矿带为南吉萨尔带的火山-深成岩分支带。这里大量分布有造山幕前的火山岩(辉绿岩、安山岩、纳长斑岩)和造山幕后的火山岩(流纹岩、粗面安山岩)及其次火山岩以及基性、中性和酸性侵入岩体。与早石炭世火山岩层有联系的是铜-锌-黄铁矿型小矿点，与早二叠世火山岩及次火山岩有关的有石英脉型多金属矿、铋矿、铜矿、稀有金属以及黄铁矿。

佐满布成矿带实质上是南吉萨尔深大断裂的缝合地带。在中、下石炭统火山岩(辉绿岩、玄武玢岩、纳长斑岩)及下伏地层中发现有铜-黄铁矿型矿化。

霍列兹-拜松成矿亚带 该成矿带大致与吉萨尔-霍列兹火山岩-深成岩带相当。该带在前寒武纪基底上丰要发育泥盆-石炭纪碳酸盐岩建造和较少的二叠纪火山岩建造。因此决定了该带的成矿特征以黄铁矿-多金属占优势,其次是金、萤石和稀有金属。该带可划分为两个矿带:

拜松矿带 广泛发育包括变火山岩的太古-元古代变质岩。其上为中、上泥盆统碳酸盐岩组合、下石炭统灰岩-砂岩-石英斑岩组合和早二叠世的砾岩-砂岩-石英斑岩组合。在前寒武纪杂岩中,可能有古地槽时期的铅-锌层控矿床(布罗肯-希尔型)以及在显生宙热液交代作用下形成的铜、铅、锌和稀有金属矿点。华力西早期阶段的早石炭世,出现了叠加的火山岩带,形成了包括流纹岩建造的海底火山-沉积杂岩。这些杂岩在空间分布和形成上与黄铁矿-多金属和银-多金属建造的矿床有密切联系。沿着近东西向断裂或者与近南北向断裂的交会点附近,叠加的火山-断褶构造范围内特别强烈地显示了黄铁矿-多金属矿化。这种减压地段是丰要的岩浆-矿浆通道。在汉迪扎-卡拉桑断裂带里聚集着最大的矿床和集中了铅、锌的主要储量。火山-断陷构造的含矿情况,大体上都具有黄铁矿-多金属矿化的专属性。矿石主要组分(铅、锌、铜、黄铁矿、银)有变化,矿体形态亦受构造形态影响而有差别。例如卡拉库姆里和什利哈卓尔独特的黄铁矿多金属矿点大部分矿石集中在流纹斑岩和花岗斑岩中的灰岩捕虏体内。汉迪扎矿结的最富矿体产在火山-断陷构造边缘地层剖面缩小的部位,这里产出热液-沉积的黄铁矿多金属矿石。雅克卡巴格矿带的特点是碳酸盐岩石与火山颈相的火成碎屑岩并存。华力西晚期阶段(二叠纪)形成磨拉石堆积,产生东北向断裂与其有关的花岗岩类的斑岩岩墙及小侵入体。石英多金属建造和石英-黄铜矿建造(类似含铜斑岩)与花岗斑岩岩株状侵入体共生,石英-重晶石-方铅矿矿点和石英-重晶石-萤石-多金属矿点都与岩墙杂岩有关。

喀尔什和凯迈连库姆矿带与拜松矿带对比,可望发现与志留纪两极分异的玄武岩-流纹岩有关的黄铁矿-多金属矿化,与泥盆纪碳酸盐沉积有关的层控铅-锌矿床,与早石炭世喷发岩有关的黄铁矿多金属矿和与二叠纪酸性火山岩有关的萤石-多金属矿化。

阿姆(河)-库吉坦格成矿亚区 位于华力西构造和阿尔卑斯构造的毗邻地段。这里的基底岩石被中、新生界地层覆盖,只在库吉坦格地区有出露古生界岩石的“窗口”。本成矿亚带可划分4个矿带,其中3个矿带的地质构造极其相似。在太古代、元古代杂岩之上产有石炭纪碳酸盐岩沉积和早二叠世辉绿岩-砂、砾岩与火山-沉积组合。

库吉坦格矿带 石英-锡石-硫化物建造有重要意义。矿石是在前寒武纪片岩、花岗斑岩和矽卡岩上叠加产生的。

迈纳扎特矿带 有多金属、金和汞等小矿点,足华力西中、晚期产物。

苏尔坦-乌瓦伊矿带 有与华力西中、晚期岩浆活动有关的多金属-石英-黄铁矿-金建造和滑石-菱镁石-多种硫化物-金建造以及主要分布在喷发相辉绿岩-细碧岩中的火山凝灰-沉积成因的锰矿。

舍赫哲里矿带 广泛发育辉绿岩-安山岩建造和辉长-辉绿岩与闪长岩的次火山岩，其中产有含铜黄铁矿(含金)和金矿点。在火山岩分布范围内的古代大坑道内见有铜、锌和金矿化。本矿带目前远景不佳，可望发现乌拉尔型含铜黄铁矿矿床。

3. 天山成矿省主要金属矿产的成矿控矿因素(铅、锌)

天山是中亚的一大山系。在前苏联境内为天山山系的西部，包括哈萨克加盟共和国的南部、整个吉尔吉斯加盟共和国、乌兹别克加盟共和国的大部和塔吉克加盟共和国的北部。

前苏联境内天山总的走向为近东西向，东北部略偏东北，西部为东西转北西向，呈扇形撒开，淹没于克齐尔库姆沙漠。天山山系大多数山脉均为海拔 5000m 以上的高山，山峰超过 6000-7000m。

前苏联天山矿产资源丰富，拥有大量的铜、铅、锌、金、锑、汞、锡、钨等金属矿产以及萤石，岭块岩、煤、石油、天然气、岩盐和钾盐等非金属矿产。其中铜、金、汞、锑和铅、锌在前苏联国民经济中占有重要地位，这些矿产的形成均与火山作用有关。

这里所述的天山造山带，不包括北天山在内，所以天山成矿省只包括中天山和南天山两个成矿带，11 个成矿亚带(包括南缘塔吉克地块两个成矿亚带在内)。考虑到南侧卡拉库姆-塔吉克边缘地块是天山造山带的硬性外壳地其在矿产形成上的内部联系与特征的共性，本节在叙述成矿区、带特征时，按照一般习惯将卡拉库姆-塔吉克成矿区并入南天山成矿带一并叙述。这样，在构造上天山包括库拉马-费尔干纳(锡尔河)中间地块和中天山华力西地槽褶皱系(大卡拉套、恰特卡利和纳伦褶皱带)，南天山包括克齐尔库姆-阿赖和卡纳库姆-塔吉克地块以及科克萨尔华力西地槽褶皱亚系，

天山是一个华力西褶皱区，华力西阶段的火山成矿作用具有重要意义，前寒武纪与火山-沉积有关的矿产具有远景，但研究较差。中、新生代与火山有关矿产看来无甚希望。

一、铅-锌

早在 10 世纪以前，中亚就已挖掘和熔炼铝矿石，19 世纪 20 年代以后，前苏联加强了对铅-锌矿的寻找，其后的普查勘探工作，发现和肯定了一批铅-锌矿床和矿点，并积累了有关中亚铅-锌矿床分布规律的大量实际资料。A·I·什穆列维奇等人(1981 年)将天山地区的铅-锌矿床划分为 10 个成矿类型，其中最重要的是深成热液型、矽卡岩型、层控型、火山热液型和黄铁矿型，前两个类型可能与火山作用有联系，后三个类型属火山成因类型。I·B·潘克拉季耶夫将内生铅、锌矿床划分为深成矿床和火山矿床两类。现根据 I·B·潘克拉季耶夫的划分将火山矿床类型及其矿石建造列于表 4—1。

成因类型	矿石建造族	矿石建造	矿 例
黄铁矿型	矽卡岩-黄铁-细晶岩-铅-锌 黄铁矿-多金属和重晶石-多金属	矽卡岩-方铅矿-黄铁矿-多金属 黄铁矿-重晶石-多金属	库米什坎 汉迪扎 拉秦哈纳
热液型 (中低温)	稀有金属-多金属 石英-碳酸岩-多金属 石英-萤石-铅-锌	锡-银-多金属 石英-银-方铅矿 石英-重晶石-萤石-多金属	北沙瓦兹 托什克列克 纳乌加尔万
同生-后生 (热液-沉积 再生、变量)		碳酸盐-重晶石-黄铁矿-方铅矿-闪锌矿 碳酸盐-重晶石-方铅矿-闪锌矿	库卡纳塔

表 4-1 中亚中部火山成因铅-锌矿床矿石建造

该区的铅矿和锌矿基本上是内生建造。少量中、新生代的外生矿点实际意义不大。内生铅、锌矿床中的深成矿床，生于半深部条件，其中一部分与中度酸性的小岩体一次火山岩有关，这类矿床包括矽卡岩-热液型和高中温热液型，矽卡岩-热液型和高、中温热液型在该区实际意义最大。火山成因的铅-锌矿床和矿点主要与海底和陆上酸性火山作用有关，分布在库拉明-别里套火山-侵入岩带和西南吉萨尔叠加火山-断陷构造内。最多产的是早石炭世和二叠纪-三叠纪(?)流纹岩建造。最有实际意义的火山成因矿床是汉迪扎型黄铁矿型矿床和暂定为层控的乌契库拉奇矿床(矿石的沉积与火山作用并行)。

(一) 铅、锌矿床的生成时代，

中亚中部的铅矿和锌矿有 6 个成矿时代，除中生代的沉积-后生和热液型铅矿与火山活动没有明显的联系以外，其余 4 个成矿世代的铅、锌矿化可能与火山活动有关。

志留纪-泥盆纪 与中志留-中泥盆世海底安山岩-纳长斑岩建造和玄武岩-流纹岩建造有关的黄铁矿多金属和铜-锌-黄铁矿矿化，广泛地分布在南天山地槽的南、北两条火山岩带内。矿石与围岩一起受到区域变质作用，因此可以认为是同时代成矿(库里达纳、北塔姆得等)。

中泥盆-早石炭世 产出与吉维特-早杜内期白云岩建造有关的同生-后生铅-锌矿。中泥盆统由火山建造、火山-沉积建造和沉积建造组成，它们分布于各个构造-建造带中。天山中泥盆世沉积层中产有层控多金属、黄铁矿-多金属矿床，这些矿床与碳酸盐岩的一些地层层位有关，在一些地区具有工业意义。中天山早石炭世沉积为含碳质的白云岩层，一些铅-萤石成分的层控矿点，分布于上杜内-下维宪亚阶硅质灰岩中。上述铅、锌矿分布在卡拉套(阿契赛、米尔加里姆赛)、恰特卡尔(萨雷坎、坎斋聊)、库拉明(卡尔卡拉塔)等矿带和乌契库拉奇-古赞带(乌契库拉奇、坎河)等地，其中不少是大矿床。

早-中石炭世 出现有远景的黄铁矿多金属矿化，分布在海底火山岩建造中。在南天山，层控黄铁矿-多金属矿床广泛分布于拜松带早石炭世陆源-碳酸盐岩-火山杂岩中，其中有该

区最重要的汉迪扎铅-锌矿床和南卡拉桑等铅-锌矿床。在库拉马带,该时期的矿化可以包括纳缪尔早石炭世晚期-早马什基尔世(中石炭世下部)火山建造次火山岩体中的拉秦哈纳矿点和库姆贝里-乌加姆带的黄铁矿多金属分散矿化(塔什凯特坎-科什曼赛地区)。

中-晚石炭世 主要是深成矿化。多金属矿主要是矽卡岩-热液产物,空间上与中华力西侵入体及其派生岩和花岗斑岩有关。花岗斑岩的成因尚有争论,是否与火山有关,待进一步研究。

二叠纪 出现各种类型的铅-锌矿化,有矽卡岩-黄铁细晶岩-多金属(库米什坎)、石英-银-多金属(拉什克列克)(库米什坎)、石英-萤石-多金属(阿加塔等)、锡-银-多金属(上沙瓦兹)。矿体的空间位置与浅成酸性花岗岩类及其火山口相有关。这个世代还有大量石英-重晶石-方铅矿和石英-萤石-方铅矿脉矿点,这些矿化与碱性玄武岩类岩墙共生。该区最有远景的铅-锌矿出现在南乌孜别克斯坦的早石炭世;在西乌孜别克斯坦是中泥盆世;在恰特卡尔-库拉明地区是中-晚石炭世和二叠-三叠纪。

从全球性规律看,应该注意有可能发现前寒武纪的铅、锌矿,因为从恰特卡尔矿带前寒武纪岩石之上的砾石中已经找到铅矿石。

(二) 铅、锌矿的成矿区划

全部工业铅-锌矿床分布在库拉明-费尔干纳中间地块和卡纳库姆-塔吉克边缘地块的边缘部位以及华力西地槽活化带。南天山地槽的铅-锌矿数量少得多,且分布不均匀,沿地槽的南、北边界有一些小规模矿床和矿点。И.Б.潘克拉季耶夫等人(1979年)对中亚中部划分出9个铅锌成矿带和若干亚带。其中与火山有关的铅、锌成矿带为:库拉明-费尔干纳带,包括库拉明亚带和卡桑矿带;乌契库拉奇-古赞带,包括古赞亚带和汉班迪-皮斯塔里套亚带;北塔姆德-南费尔干纳带;南吉萨尔带;霍列兹-拜松带,包括拜松亚带。现就几个主要矿点说明其成矿特征:

库拉明亚带 该带长期处在叠加的火山-深成岩条件下,因此出现多时代火山岩与多期铅、锌矿化。在上泥盆-下石炭统碳酸盐岩石中,拥有具相当远景的铅-锌矿床。该带绝大多数的铅-锌矿点产在中-晚石炭世安山岩-英安岩建造和流纹岩建造的火山岩盖层相和中石炭世侵入岩中。其中最大的铅-锌矿体(占80%以上的储量),集中在吉维特-下杜内阶碳酸盐岩沉积中。该区所有岩石均含铅、锌、铜,其量高于区域背景值。层控矿床也广泛分布(巴雷克雷-库里克尔迈斯、卡尔卡纳京、库里丘拉克),主要发育在该区边缘泥盆纪火山岩弧之上的中泥盆-下石炭统碳酸盐岩层中,其中大多数是喷气-沉积作用的产物和共生铅-锌矿石经过以后构造-岩浆作用的变质改造而形成的矿体。在火山-断块构造(沉陷凹地)的二叠纪火山-侵入杂岩中发育各种类型的铅-锌矿化。在向半深成相过渡的次火山酸性花岗斑岩类中有矽卡岩型方铅矿矿点(库米什坎);火山口内和附近的岩相有石英-银-方铅矿建造(拉什克列矿点)和石英-重晶石-萤石-多金属建造(阿加塔、恰巴尔加塔矿点)。在库拉明山脉的山前地

带，斑岩型铜矿产在晚石炭世火山-沉积岩层中，该含矿岩系基底产出石英斑岩，其上为安山-英安斑岩层。

乌契库拉奇-古赞带 广泛分布层控铅-锌矿床及矿点。该带西部与 N·X·哈姆拉巴耶夫(1958 年)所划分的克齐尔库姆多金属带重合，铅、锌矿点聚集在早泥盆世火山岩之上的吉维特和弗拉斯阶碳酸盐地层中，该含矿岩系与容矿层底部均含流纹岩-英安岩成分的喷发岩和火山碎屑岩层。

北塔姆德-南费尔干纳带 有研究程度不够的黄铁矿型矿点。该黄铁矿-多金属矿点与中志留-中泥盆世海底安山岩-纳长斑岩建造有关。

拜松亚带 据 П·Б·潘克拉季耶夫等人的资料，含铅、锌最多的是维宪阶火山沉积。这里也见到重晶石-多金属建造的低温热液矿点(阿普茹尔)。在早石炭世火山岩中分布着极有远景的黄铁矿-多金属建造的矿床(汉迪扎、南卡拉桑)。

(三) 铅-锌建造的成矿因素

大地构造因素 内生铅-锌矿床的分布与该区地质构造特征有密切关系。几乎全部具有工业意义的矿床都聚集在库拉明-克齐尔库姆火山-侵入岩带和南吉萨尔火山岩带。这两条带从南、北两侧围绕着南天山地槽系，叠加在库拉明-费尔干纳和拜松两个中间地块的边缘部位。南天山地槽系内的铅-锌矿化数量较少，且分布不均匀，这与地槽系的拗陷不利于富集大型工业铅-锌矿床的观点相适应。小型矿点见于近似“冒地槽型”构造中(北恰特卡尔)。在研究铅-锌矿床与构造-建造带构造发展阶段的关系时，发现黄铁矿-多金属建造和黄铁矿-碳酸盐-重晶石-铅-锌建造(碳酸盐岩石内的层状矿体)的矿床产生在中间地块活化的早期阶段。

岩浆作用因素 铅、锌矿床明显地与喷发岩浆作用、而且首先与花岗岩类系列的岩浆岩建造相联系。早石炭世(华力西早期)海底流纹岩建造的成矿特点是它产生了黄铁矿-多金属矿床。二叠纪地面酸性火山岩造成石英-银-方铅矿建造和石英-重晶石-萤石-多金属建造的矿床(阿加塔、恰巴尔加塔)。火山岩也产生了与滨海地区类似的锡-银-多金属矿点(北沙瓦兹)。华力西旋回晚期与地面酸性火山岩有关的铅、锌矿床以与萤石、锑共生并且矿体呈脉型为特征，而华力西旋回晚期与海底流纹岩建造有关的矿床则以同围岩整合产出的层一带状矿层为特征。岩浆作用对层控矿床(碳酸盐岩层中的同生-后生矿床)的形成起了一定的作用。按照某些研究者的意见，矿石的同生沉积与泥盆-石炭纪火山作用相联系。

岩性-地层因素 在中亚各地区，从寒武系到阿尔布和土伦阶的地层中，铅、锌矿化广泛分布。绝大多数矿床(点)和全部具有铅、锌工业储量的矿床都产在海相泥盆系和下石炭统岩层内。这是中亚和哈萨克斯坦的所谓“主要含矿层位”。在中天山，从南向北，含矿层位顺剖面向上移动，从库拉明-费尔干纳中间地块南缘至库拉明中部地区，然后到北恰特卡尔带过渡的地方，铅、锌矿含矿层位由吉维特和弗拉斯阶上升到法门阶，然后上升到杜内阶和

维宪阶。随着矿床层位升高，其成分也发生了变化。多数有远景的黄铁矿-多金属建造矿床集中在维宪阶。

岩性因素的作用表现在铅-锌矿只聚集在碳酸盐岩石、碳酸盐-火山成因岩石和火山成因岩石内。层控矿床基本上与碳酸盐岩石相关。层控多金属矿点赋存在一定地球化学和

岩相-岩性的白云岩层内。

碳酸盐-火山成因岩石容纳黄铁矿-多金属矿床，有利于矿石沉积的是酸性凝灰岩和白云岩(汉迪扎、南卡纳桑)。火山成因岩石里还有脉型铅-锌矿点(拉什克拉克等)。

构造—形态因素 构造-形态因素对中亚铅-锌矿的富集起着巨大作用。断裂褶皱构造控制着矿体在矿田和矿床中的具体位置。黄铁矿-多金属矿床受火山-断褶构造的控制，而在火山断褶构造范围内受线形和环形断裂、建造间和建造内破碎带及片理化带、断层、背斜褶皱、褶皱-层间断裂相结合的构造因素控制。脉型铅-锌矿建造聚集在环形、半环形火山口构造中，也见于火山岩与碳酸盐之间的断裂带。

矿例

乌奇库拉奇层控铅-锌矿床 乌奇库拉奇矿田位于中天山库拉明-费尔干纳中间地块边缘、分隔中间地块与南天山地槽的近东西向南费尔干纳深大断裂带内。该容矿岩层形成于与华力西旋回(中泥盆世-早三叠世)有关的拗陷内，形成上叠拗陷和火山弧。矿田内最老地层是下-中泥盆统斑德组，由石英斑岩、霏细斑岩、流纹英安岩、英安岩、安山岩的熔岩及其凝灰岩、熔结凝灰岩、凝灰熔岩组成，厚大于 530m。乌奇库拉奇组沉积岩层呈整合或有不大的侵蚀面覆于火山岩之上，由火山-陆源碳酸盐岩和碳酸盐岩组成。乌奇库拉奇组被晚吉维特-弗拉斯期岩层覆盖，后者由有机灰岩、沉积的钙质角砾岩、偶尔有砂岩、粉砂岩组成。该矿床内的岩浆岩是安山岩-英安岩-玄武岩成分的火山岩。岩石碱度偏高(K_2O 达 9%)。

汉班德套背斜是该矿田的主要构造，呈近东西向延伸。铅、锌矿化在该矿田中分布极为广泛，包括整个泥盆系部位。但是，大部分含矿层分布在严格受容矿岩石韵律堆积特征制约的四个含矿层位。第一含矿层位通过下乌奇库拉奇组的底板，主要由碳酸盐岩-火成碎屑岩组成，含有闪锌矿-重晶石成分的矿体。第二含矿层位沿暗色白云岩和灰岩岩段分布，重晶石-方铅矿-闪锌矿矿体发育在岩段中的火山碎屑-沉积岩中。第三含矿层位于乌契库拉奇上、下亚组的分界处，含重晶石的方铅矿-闪锌矿矿体产于白云岩和沉积-火山碎屑岩中。第四含矿层位位于上乌契库拉奇亚组的顶板处，主要由白云岩组成，有以黄铁矿(方铅矿-闪锌矿-黄铁矿)为主的矿化。矿体受围岩层理和岩性控制，呈透镜状和带状矿层。矿床 80%的储量产于白云岩中，10%产于白云岩、灰岩互层中，5%产在细砾岩中，5%产在与粉砂岩互层的灰岩中。其中，在中部地段第一含矿层中对矿层聚集有重大意义的是与白云岩互层的火山-沉积岩。该矿床具有如下两种矿石类型：以黄铁矿(重晶石-方铅矿-闪锌矿)为主的矿石类型和重晶石-方铅矿-闪锌矿含黄铁矿类型。

4. 天山成矿省主要金属矿产的成矿控矿因素（铜、金）

一、铜

早在中世纪前期，乌孜别克斯坦就用土法开采铜矿。19 世纪末，着手研究乌孜别克斯坦的铜矿基地。20 世纪 50—60 年代，在阿尔马雷克基地上已建立起铜矿开采和加工的企业。该区铜矿有各种成因类型的建造，最有意义的是包括大型斑岩铜矿的内生铜矿。与火山有关的铜建造如表 4—2。

表 4—2 与火山岩有关成因类型铜矿建造表

成因类型	建造族	矿石建造	矿物类型	矿 例
热液— 深成型	钼	斑岩铜矿	金—黄铜矿(含银) 金—黄铜矿—辉钼矿(含银) 黄铜矿—辉钼矿	阿尔土尔帕克 卡尔事开尔 萨雷切克
热液—火 山成因型	铜—铅 —锌	含铜黄铁矿 含铜石英脉	黄铜矿—方铅矿—闪锌矿—黄铁矿 石英—萤石—辉铜矿 石英—重晶石—黄铜矿 石英—碳酸盐—黄铜矿 石英—黄铜矿 石英—黄铜矿—斑铜矿	库里拉达 杜登赛 沙瓦兹 乌祖木赛 巴雷克坦 兰多乔坎

(一) 铜矿床的生成时代

该区铜矿的生成时限颇宽。与火山活动有关的铜矿有三个成矿时代，即加里东晚期的斑岩铜矿建造，华力西早期的铜—黄铁矿建造和华力西晚期的斑岩铜矿建造。需要指出，褶皱带的每个构造—岩浆旋回的铜矿建造都具有定向序列。即早期(地槽)阶段在深断裂带附近产生与沉积—火山岩建造有关的铜—黄铁矿矿床。中期(造山阶段之初)，产出与辉长岩类侵入杂岩有关的铜—钛磁铁矿矿床，与花岗岩闪长岩类有关的矽卡岩—金—黄铜矿矿化。晚期阶段生成小侵入体附近的斑岩铜矿床和火山—深成岩带内的铜—金矿化。在准地台阶段，由于酸性—碱性次火山岩喷发而造成铜—钼矿床。

(二) 成矿分区

根据 U·M·戈诺万洛夫(1978 年)对该区铜矿成矿分区，将与火山岩有关铜矿划分为中天山、南天山和卡拉库姆—塔吉克三个成矿带。

中天山成矿带 铜矿主要形成于库拉明—费尔干纳构造带内，该成矿带处于叠加了火山—深成岩的中间地块的边缘部分，具有斑岩铜矿矽卡岩金—铜和铜—钼建造。该带含矿最多的是库拉明带。这里广泛分布的断裂和复杂的褶皱断块造成了火山—断陷盆地。主要的斑岩铜矿床分布在晚石炭—早二叠世花岗闪长斑岩岩株出现的地方。产在中石炭世二长岩类和

被其穿插的喷发岩中。该区一半以上的铜矿点集中在库拉明带，矿物类型丰要是铜—金、铜和铜—铋。

矿例

阿尔马雷屯铜矿区是该区最大的铜矿，其地质构造特征是，复杂的断块运动残留着近东西向为主的褶皱碎块，布满近东西向和长期活动的北东向大断裂，侵入岩和火山岩占优势，广泛发育浅成和次火山岩岩株和斑岩侵入体，大片发育镁矽卡岩建造、长石建造、青磐岩建造和次生石英岩建造的交代岩。斑岩铜矿建造、镁质矽卡岩建造、铅—锌建造、石英—金建造、金—多硫化物建造、石英—钼—钨建造的矿床(点)呈线—结式分布。

南天山成矿带 包括布坎套、北塔姆得—南费尔干纳和南吉萨尔三个成矿亚带。都具有铜—黄铁矿建造。

布坎套成矿亚带 在南布坎套铜矿带基性喷发岩中见到黄铁矿和含铜黄铁矿矿化。

北塔姆得—南费尔干纳成矿亚带 带内分布着基性成分火山成因的绿岩层和硅质岩、碳酸盐岩及陆源岩层。南费尔干纳和北努拉塔深断裂的蛇绿岩带对本带的成矿起重要作用。该带的地质和矿物—地化特征也能证明该带可能发现黄铁矿建造的黄铁矿、多金属铜、金—铜矿床。

南吉萨尔成矿亚带 是中志留—早泥盆世或者早—中石炭世基性、中性、酸性火山岩广泛发育的优地槽型拗陷。基性和中性火山岩有强烈的区境隆起青磐岩化现象。靠近雅哈巴契—沙特鲁特矿带轴部的两条断裂带有石英斑岩和流纹斑岩岩墙和次火山岩岩株。该带的地质构造有利于含铜黄铁矿型矿化，但确切的矿点只见于库利河矿田。

卡拉库姆—塔吉克成矿带 在吉萨尔山脉南坡西南支脉的早石炭世安山岩—流纹岩建造火山岩叠加拗陷中分布着黄铁矿—多金属(含铜)和铅—锌建造的矿床。

铜是汉迪扎黄铁矿—多金属矿床的工业组分，在深部含量有所增加，有可能发现斑岩铜矿建造的矿床。

(三)铜矿建造分布和形成的控矿因素

中天山和南天山活动带在加里东、华力西和阿尔卑斯 3 个构造—岩浆旋回中的发展过程决定了该区域的铜矿成矿面貌，但在内生铜矿方面最多产的是华力西旋回。通过资料综合可以看出决定铜矿生成和分布的决定因素有：

大地构造因素 这是决定铜矿区域分布的一个因素。工业铜矿床主要分布在中间地块边缘与地槽推进方向后方相接部位的火山—深成岩叠加带。矿区位于断块构造内有早、中泥盆世和中泥盆—早石炭世构造层出露的背斜隆起上。活化地块的火山—深成岩带以斑岩铜矿建造为特征；中间地块和冒地槽以矽卡岩—金—铜—矽卡岩—铜—铁建造为特征；深断裂优地槽拗陷以占铜黄铁矿建造为特征。按照 A·Π·谢格格夫(1971 年)的观点，铜—钼矿带出现在与地槽拗陷接合处的中间地块的内缘。

岩浆作用是决定铜矿形成的异常显著的又一因素。该区及世界其它地区的丰要铜矿床都趋向镁铁、硅铝—镁铁性质的钙碱系列火山—深成及浅成岩浆作用带。内生铜矿建造与玄武岩浆分异有关，这种分异岩包括火山、次火山和深成的多期产物。岩浆因素的意义表现为最重要的铜矿床依附碱（有时偏碱）花岗岩类侵入体。对斑岩铜矿床尤其重要的是下泥盆—中泥盆统两极分异喷发岩发育的造山期安山岩火山岩带。这种火山岩层即容矿岩石。矿床产在次火山岩（石英闪长斑岩、花岗闪长斑岩、石英二长斑岩和他岗斑岩）及其它半深成岩石中。黄铁矿型矿床趋向于产在加里东—华力西旋回的基性喷发岩中，深断裂带对矿床分布起着很大的作用，深断裂伴有近断裂的基性火山岩带，控制着南天山含铜带的分布。在碱性玄武岩类与碳酸盐的接触带上，出现各种矽卡岩矿石建造。在庫拉明带的火山成因类岩石与浅成和半浅成侵入体中广泛发育各种铜矿建造，有大量脉型铜矿、铜—铋、铜—金和金矿点。M·E·鲍罗达耶夫斯基等人论述了铁矿型矿床与两种火山成因建造之间的联系。这两种建造即两种分异的玄武岩—流纹岩和循序分异的钾钠质玄武岩—安山岩—流纹岩。并指出次火山岩体对各种铜矿和其它矿床所起的作用。

局部因素有：

构造因素有斑岩铜矿与隐伏深断裂带的联系；花岗闪长斑岩及其它岩株顶部与侧翼高部破裂是形成斑岩铜矿和某些黄铁矿型矿床的重要构造因素。花岗岩类小侵入岩与沉积—火山岩层的接触带内发生复杂的剥离、劈裂和错动，造成奇形怪状的矽卡岩矿体；火山—断陷盆地外围的环形断裂和围绕次火山岩体的环形裂隙带是形成脉型铜矿的有利条件等。

岩性因素斑岩铜矿产在正长—闪长岩、花岗闪长斑岩及其与早泥盆世流纹岩—安山岩建造的接触带内。

（四）铜矿的分带

该区铜矿的空间分布具有带状特征。黄铁矿多金属矿带从南天山轴带向南、北两侧早现对称的水平分带特征和铜矿建造类型随着构造—成矿层从老到新而依次变换垂向分带的特点。在庫拉明矿带的早泥盆世构造层分布着斑岩铜矿建造；在中泥盆—早石炭世层中的化岗闪长岩接触带上分布着矽卡岩—金—铜建造；在中、晚石炭世地层出现相当数量的脉型铜建造和含铜多硫化物—金矿建造的矿点；在晚石炭—早二叠世层产出大部分铜—铋和一部分脉型铜建造的矿点。

在阿尔马雷克矿区的矿化有如下垂向分带特征：奥陶、志留系变质片岩中出现石英—金和石英—辉钼矿—白钨矿—黑钨矿矿化；在下石炭世地层和中泥盆—下石炭系下部的酸性喷发岩和花岗岩类小侵入体中分布着主要的斑岩铜矿床和金—含铜黄铁矿矿点。中泥盆—早石炭世层的矽卡岩化碳酸盐岩石中有铅—锌矿床；中—晚石炭世层中有脉—交代型石英—金矿床产在安山玢岩中。铜矿的这种带状特征和分带类型可以用来进行成矿预测。

二、金

与火山有关的金矿建造如表 4—3。

表 4—3 火山成因金矿建造表

建造族	成因类型	建 造	矿 例
石英—银—金族	热 液	石英—黄铁矿—金 冰长石—碳酸盐—石英—金 石英—彩硫化物—碲化物—金	克孜尔阿尔马赛 恰达克 布尔贡达

(一) 金矿的生成时代

与火山有关的金矿生成时代有加里东和华力西两个成矿旋回。定为加里东旋回的根据是金矿赋存于切穿元古代—奥陶纪喷发岩的志留纪花岗闪长岩侵入体中。这类矿床有土尼克和多普兰等。金的工业矿床主要形成于晚元古代和华力西期两个成矿时代，华力西期又分中一晚石炭世、晚石炭—早二叠世和晚三叠世 3 个阶段。工业矿化的形成基本集中于晚元古代(穆龙套)、中一晚石炭世(科契布拉克)和晚石炭—早二叠世(恰米尔坦)。晚元古代形成的矿床为火山—沉积变质型。中一晚石炭世形成的大多数工业矿床与安山岩—英安岩杂岩同时形成，成因上与次火山岩岩墙、岩颈和小侵入体有关。晚石炭—早二叠世形成的较低温热液矿床是与近地表相火山岩有关的火山成因矿床。

矿 例

穆龙套金矿床 穆龙套金矿床位于乌兹别克斯坦西部(南天山)中克齐尔库姆沙漠中。发现于 1956—1957 年，根据地质测量和物探工作查明，金矿化产于一定的构造单元和构造的接合部位上，并且，根据金矿化与毒砂的密切伴生关系，在检查砷的次生散晕时，发现了这个特大型金矿床。

穆龙套金矿位于南天山华力西地槽带，分布在天山西南部克齐尔库姆—阿赖褶皱系奥明札—努拉塔构造—建造带西北部。矿区主要构造是近东西向的穆龙套背斜，背斜两翼形成一些北东向小褶皱。容矿岩石是一套沉积变质岩系，这套岩系的时代目前争议很大，有些学者将它划为晚元古代文德纪或里菲纪；另一些学者则归入早古生代奥陶纪或志留纪。本文将这套容矿岩石划入晚元古代。由下至上，里菲纪敖明津组，出露在穆龙套背斜的核部，其岩性为绢云母绿泥石石英片岩、炭质微晶石英岩、炭质绢云母石英片岩、炭质绢云母片岩、石英岩、千枚岩化粉砂岩、砂岩和少量大理岩化灰岩等互层，总厚 2500m 以上。文德纪别萨潘组，早单斜产在穆龙套北翼，其岩性为砂岩，粉砂岩和泥质页岩组成的韵律互层状复理石建造，厚约 2000m。在其上为泥盆纪白云岩和灰岩，二者呈明显不整合接触。

火成岩主要发育在矿田边缘，斜长花岗斑岩、正长斑岩、球粒正长斑岩等，以近于直立的岩墙形式出现，构成几个不同方向的岩墙带。穆龙套矿田的褶皱和断裂构造均很发育。主要褶皱构造是穆龙套背斜和南部向斜。

金矿化产于别萨潘组中，该组是一套薄层粉砂岩、砂岩、千枚岩状片岩互层组成的类复理石建造。金矿化既产于厚 20m、长 300m 的大石英脉中，也产于网脉中。整个穆龙套地区可以看成是一个巨大的网状脉体。矿体形态和构造十分复杂，由陡倾和平缓石英脉带和细脉带

组合而成，矿带的交错部位含金很富。这些部位由一系列彼此平行的、呈雁行状排列的石英脉、还有石英细脉、石英—硫化物细脉、石英—电气石细脉和碳酸盐细脉带组成。有些带中存在有方解石脉和石英电气石角砾岩脉体。

穆龙套金矿床的矿石属于典型的金—石英建造型。其中硫化物平均含量为 0.5%—1.5%，主要脉石矿物为石英，还有少量钾长石、黑云母、方解石、电气石和钠长石。矿石矿物主要是黄铁矿和毒砂，金赋存在粗粒和中粒石英硫化物脉中，与黄铁矿、毒砂、黄铜矿、闪锌矿、辉铋矿、自然铋和银的硫盐共生。

关于穆龙套矿床的成因，目前有三种主要观点，即热液成因说和同生—后生（沉积变质）说。另一种看法认为，属与火山活动有关、产于火山口相的火山热液细脉—沉积变质型。

金矿分布

与火山有关金矿主要分布在库拉明火山—侵入岩带上。该带含金建造有石英—多硫化物—碲—金矿建造（科契布拉克等矿床）和长石—碳酸盐—石英—金矿建造（恰达克等矿床）。

（二）金矿的成矿因素

岩相和深度因素 金矿的富集条件表明金矿的生成有两种不同的深度和岩浆岩相条件，即（1）近地表（次火山岩体）；（2）浅成。近地表矿床主要分布在库拉明矿带；浅成矿床主要分布在乌兹别克斯坦。

库拉明矿带的特点是含金矿石—岩浆组合系列所赋存的岩系以中性火山岩—深成岩为主。

构造因素在各个断块内，喷发岩的中性、基性与酸性比例有显著变化。库拉明矿带具有镶嵌断块构造，岩浆活动以活化中心呈巢状分布为特征。库拉明矿带的这种地壳结构决定了金矿的格架—结式分布。无论是线型构造或是格架型构造，内生金矿化都出现在岩浆作用强烈显示的矿田会聚地段。这样的地段是褶皱和断裂发生弯曲和交会的部位。是岩浆和后生岩浆含金溶液最好渗透的地段。在大地构造方面，统一的乌拉尔—天山褶皱系在该区发生弯曲，因而出现共轭的乌拉尔构造和天山构造。近南北向的乌拉尔走向和近东西向的天山走向在彼此交会处产生巨大的矿床。

岩浆作用因素 中天山近地表金矿床的一般特征是主要与安山岩—英安岩火山作用有关，产在火山口、火山颈和火山构造的其它部位。

库拉明矿带的低温热液矿床在成因上与小侵入体、次火山岩墙和岩颈有关。已有的资料足以说明本类型的大多数工业矿床与安山岩—英安岩杂岩同时形成。该类型矿床包括石英—银—金和石英—多硫化物—银—金两种矿物类型。这两种类型的矿床虽然矿石成分和围岩各不相同，但其生成条件和产出位置彼此近似。矿床的特点在总体上是金矿主要分布在次火山岩附近或者安山岩—英安岩—流纹岩和英安岩—安山岩成分的火山岩中，而矿体则产在凹陷或隆起周围的控制着次火山岩体的断裂带内。

帕米尔-喜马拉雅成矿省

1. 帕米尔成矿区(带)

帕米尔在构造上可分为北、中、南帕米尔等几个带(图 5—1)。北帕米尔属华力西褶皱带,由古生代和较早时代的地层组成。文德—泥盆系由碳酸盐岩—陆源岩层组成,其下为结晶基底。下石炭统为典型的优地槽细碧—辉绿岩建造。在优地槽边缘有不太厚的角斑岩建造,石炭—二叠纪为陆源海相沉积,华力西运动将上古生代地层形成新的推覆体。中央帕米尔带在晚古生代和三叠—侏罗纪,其北部构成一大陆边缘。该带西部常可分出一个独立的鲁尚—普沙塔带。后者在中三叠世时有基性火山岩发育。整个带以复杂的推覆体和出现呈向斜构造的古生界为特征。侏罗纪末—白垩纪初地槽沉积结束并伴有山脉上升。南帕米尔也可分为西南帕米尔和东南帕米尔两个亚带。西南带为结晶地块。在南帕米尔,上三叠世的类复理石沉积直接取代了早期阶段的沉积。当时,沿着南帕米尔带的斜轴形成了山链型隆起。沿着隆起和坳陷之间的深大断裂堆积了复理石岩层和以橄榄玄武岩和苦橄岩为主的喷发岩层。三叠纪末,三叠纪坳陷转为地背斜,侏罗纪沉积堆积于地背斜之间的次级坳陷中。白垩纪时,南帕米尔的岩浆作用多种多样,并广泛分布形成火山带,主要由安山—玄武岩、安山岩、流纹岩和粗面流纹岩组成。

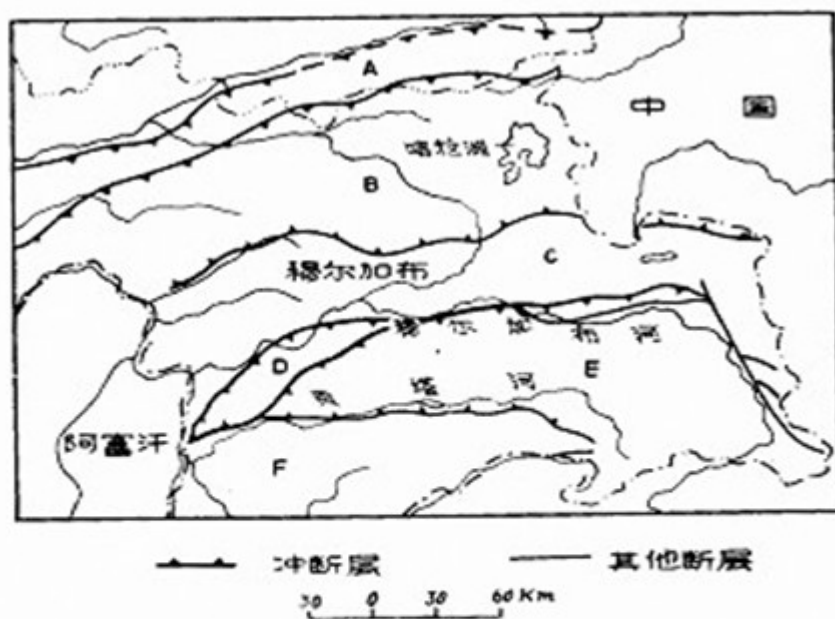


图 5—1 帕米尔主要构造带

A. 达尔瓦兹(外帕米尔) B. 北帕米尔 C. 中帕米尔 D. 鲁尚—普沙塔带
E. 东南帕米尔 F. 西南帕米尔

已知帕米尔地区与火山活动有关的矿化甚少。主要有金,并有规模不大的铜和多金属矿化。可划分两个成矿带。

一、北帕米尔—昆仑成矿带

该成矿带位于前苏联的北帕米尔和中阿富汗北部。属华力西褶皱带。可划分两个成矿亚带。

苏尔哈布—西巴达赫尚成矿亚带 区内主要有产于前寒武纪片岩和角闪岩中的金矿化此外还发现有铜的矿化化黄铁矿型金矿化。

矿例

维卡道尔金矿床 位于巴达赫尚，产于元古代片岩及角闪岩(已变质的火山岩)中。在该片岩及角闪岩中有辉绿岩脉和石英斑岩侵入。矿体呈管状，长 350m，厚 2.5m，延深 110m，矿石由赭石—角砾片岩组成，在片岩的陡倾及变缓处的破碎带中具有高度富集的金。角砾化岩石中除含金外，尚含银、方铅矿和黄铜矿，银的品位达 46.7×10^{-6} 。目前，已探明金的 $C_1 + C_2$ 级储量为 958kg，平均品位 4.1×10^{-6} 。黄铁矿型金矿化可能与老第三纪的构造—岩浆活动有关。铜矿化为含铜石英—硫化物及矽卡岩矿化的矿点和矿化点。

二、哈里路德—潘吉什尔成矿亚区

构造上处于阿富汗中间地块的北部边界，即劳亚大陆与冈瓦纳大陆的中阿富的地缝合线上。这是一个与地缝合线和华力西期固化构造有关的地带。该带分布有元古代的变质岩层、华力西期的细碧角斑岩建造和新生代的磨拉石建造。在早石炭世，该带有与地槽型岩浆作用有关的热液块状硫化物铜矿和铅—锌—金矿。该带有一个宽阔的贝加尔期的含铁矿带(有阿富汗最大的变质铁矿床)，新第三纪时期，有叠加在该铁矿带上的远成热液型铅—锌建造、石英—硫化物建造、碳酸盐岩—铅—锌建造以及可能的含金建造，这种成矿建造可能与远离的火山活动有关。

矿例

纳尔斑东铅、锌矿床 位于古尔省，产于新第三纪钙质和粘土质—硅质岩中，是一个矿化的断层带，长 850m，厚 3—9m。丰要矿物有闪锌矿、方铅矿和少量黄铜矿、黄铁矿等。矿石含锌 6.77%，含铅 0.87%，推断储量为锌 10—13 万吨，铅 1—1.2 万吨。

兴都库什—中帕米尔成矿带 已知有造山晚期形成的多金属硫化物和辉钼矿。在造山期火山带的东部延伸处，在中帕米尔边缘的类复理石地层中有一些不大的锑、汞矿点。

2. 中阿富汗成矿区

该成矿区包括两个成矿亚区

一、哈鲁特鲁德成矿亚区(本成矿亚区又包括两个矿区)

欣丹德—基什马兰矿区 位于中阿富汗的西南部。构造上属于叠加的早白垩世凹陷内的地背斜型拱状隆起。矿区特征是有广泛分布的始新世—渐新世时期的陆地喷发火山岩，并伴有复杂的同源渐新世次火山花岗岩类小岩体。与该火山—深成岩带有关的矿化有锡石—硫化

物、石英-硫化物建造以及黄铁矿型含铜块状硫化物矿床。在欣丹德-基什马兰、舒罗瓦克以及勒加斯坦等地，主要有铅、锌和铜的矿化。

矿例

夏达铜矿床 位于赫拉特省，产在欣丹德-基什马兰成矿区上侏罗纪-早白垩世火山岩被渐新世花岗岩小侵入体岩颈侵入的部位。该部位是一个宽 200—300m 的强破碎断裂带。在该断裂带中有 6 个陡倾的铜矿体，长 150—850m，厚 2.4—8.2m 不等，矿体呈脉状。另有一个含铜黄铁矿体。矿区矿石储量为：C₂级 4800 万吨，平均含铜 1.1%，含锌 1.2%。

哈鲁特鲁德矿区 属基米里褶皱带。在侏罗、白垩纪复理石建造中，有一个铜、铅、锌矿化带，这个矿化带的形成与晚古新世火山-侵入活动有关的次火山岩有联系。

矿例

塔耐克汞矿带 位于阿富汗古尔省，产在早白垩世钙质粉砂岩中花岗岩类的次火山岩体中，该岩体已强烈蚀变为钙质-迪开石化交代岩。在该交代岩以及钙质较少的角砾化迪开石粉砂岩中有 3 个连续矿化的汞矿床：主要为浸染状和少量脉状矿化。另外，在矿化带内还有许多汞矿点，一般长 20-40m，厚 4-5m，平均含汞 0.10%-0.63%。

二、赫尔曼德-阿尔冈达成矿亚区

构造上属于基米里褶皱带。该区除稀有金属矿化外，广泛分布有铁和铅-锌-铜-金矿化，这些矿化是铁镁型岩浆作用的产物。在阿尔冈达带，铅-锌-铜-金矿化还直接受次山岩正长-二长岩小岩体控制，与早阿尔卑斯地槽阶段的岩浆活动有关。

3. 俾路支成矿区

俾路支成矿区构造上属喜马拉雅-阿尔卑斯褶皱带，呈弧形展布，夹在阿富汗地块和印度平原的中间。构造上可进一步分为轴部拗陷带和俾路支中间地块。轴部拗陷带又可分为北部皮欣拗陷、中部库希拗陷和南部中莫克兰褶皱带与莫克兰海岸山拗陷。俾路支中间地块，沉积盖层是白垩系及老第三系。北部是查盖隆起，沉积盖层由白垩纪火山-沉积岩系和侵入岩组成，并为更新世火山岩覆盖。中部是腊斯复背斜，轴心为白垩纪火山岩组成。南翼为老第三系火山-沉积岩。查盖隆起与腊斯复背斜之间为达尔邦丁地堑。该地堑被第三纪火山-沉积岩填充。该区与火山作用有关的矿产有铜、铅、锌、锰和铁，主要分布在查盖-腊斯钙碱性岩浆带。该成矿区可划分 3 个成矿亚区。

一、喀布尔成矿亚区

跨越阿富汗的喀布尔省和洛格尔省，属俾路支山区。该区在元古代期间是优地槽，在文德-早白垩世期间是后贝加尔地台的一部分。该地台在晚白垩世-老第三纪期间是阿斯帕兰-查盖-卡塔瓦兹地槽的基底。新第三纪-第四纪期间经历了造山运动。该区是一个多产铜的矿带，铜矿成矿面积可达 600km²。已确定有安纳克、达班德和贾瓦尔三个铜矿床和 34 个铜矿

点。有经济价值的铜矿的富集皆与文德-寒武纪火山-沉积建造有关。同生作用是铜的主要来源，铜的富集则与阿尔卑斯构造-岩浆活动的活化有关。

矿例

贾瓦尔铜矿床 位于喀布尔省。重要的铜矿化产于文德-寒武纪变质的钠长石化、硅化的钙质沉积-火山岩层内。原生矿石矿物有黄铜矿、斑铜矿和次要的闪锌矿、黄铁矿等。矿化带长约 2 000m，宽 300m，包括有 22 个透镜状矿体，矿体一般长 100-150m，厚 1.2-3.2m，铜品位 0.33%-2.56%。

矿例

安纳克铜矿床 位于洛格尔省，铜矿床范围约 40km²。主要出露在文德纪-寒武纪的火山-沉积岩层内，由中部、西部及南部 3 个矿区组成。中部铜矿区的矿化层与围岩呈整合产出，长 2000m，宽 60-150m，平均含铜 1.2%。氧化带深 80-100m，氧化矿石占矿石总量的 30%-70%。氧化带平均含铜 2%。原生矿石矿物有黄铜矿和斑铜矿。氧化矿石矿物主要有斑铜矿、黄铜矿、辉铜矿和自然铜。西部矿区与中部矿区相似。南部矿区尚待深入研究。推断整个安纳克矿床铜金属储量为 400 万吨。

二、查盖-腊斯成矿亚区

处于查盖-腊斯钙碱性岩浆带上，构造上是一个岛弧-海沟型会聚带，该带向北凸出成弧形。全带东西延伸约 500km，南北宽 1 50km。该岩浆带由腊斯蛇绿岩带和查盖钙碱性火山-侵入岩带组成。腊斯蛇绿岩带一般认为是白垩纪时形成的。查盖火山-侵入岩带分布在蛇绿岩带的北部，主要由钙碱性火山岩和侵入岩组成，是白垩纪至老第三纪构造-岩浆活动的产物。

与白垩纪-老第三纪火山-侵入活动有关的矿化有与钙碱性次火山岩有关的斑岩型铜矿，有产于白垩纪英安质及安山质火山岩地层中的层控型平卧状铜矿(塔拉卢克地区)，这种铜矿是与火山岩地层在海底冷却、固结期间同期形成的，是含海水成分的热流体在其中进行循环时所形成，主要矿物为辉铜矿与黄铁矿；有产于英安质火山地层中的网脉状块状硫化物矿化(马凯查赫地区)，主要金属矿物有闪锌矿、黄铜矿和黄铁矿；其次还有产于斑岩铜矿周围的脉状铜-铅矿化。上述矿化以斑岩型铜矿具有最好地开发远景。

矿例

萨因堡硫化物山谷斑岩型铜矿床 矿区位于查盖钙碱性火山岩带上。在该岩带上已找到几个斑岩型铜矿床，其中以萨因堡附近的硫化物山谷铜矿床最为重要。该区在构造上为一北西-南东向的复向斜。向斜两翼为白垩纪集块岩、安山质熔岩、凝灰岩以及砂、页岩层。核部为第三纪页岩夹火山岩，其上为碎屑岩、灰岩透镜体及次火山角砾岩、集块岩和许多次火山岩，这些次火山岩为中新世的闪长玢岩、安山玢岩、石英闪长岩、云英闪长岩和玢岩，铜矿产于云英闪长玢岩和闪长斑岩中。

萨因堡附近的硫化物山谷有南、东、北三个矿化带(矿体)，分别与三个岩株有关，岩株呈近于直立的椭圆状，大小分别为 914m×183m；7620m×183m 和 3658m×914m。3 个岩株与砂、页岩接触部位及岩株中心都产生了钾化和硅酸盐化，外围为青磐岩化，蚀变带中除有铜矿化外，还有丰富的硫铁矿，硫化物山谷因此而得名。铜矿体品位为含铜 0.3%–0.5%，金属储量约 170 万吨。伴生矿产有铜、金、银和黄铁矿等，金达可采品位，其余均可综合利用。向东还发现了 7—8 处新的铜矿化带。

三、杰曼成矿亚区

位于中莫克兰褶皱带。从胡兹达尔延伸到阿拉伯海岸的腊斯贝拉蛇绿岩带中产有锰矿和块状硫化物矿化。在卡拉里地区，锰矿产于上覆红色页岩和下伏枕状玄武岩间的富铁二氧化硅地层中。矿体呈透镜状和层状，西罗多罗氧化锰矿床产于玄武岩和闪长岩中，呈交代浸染和细脉状。安多罗含铜块状硫化物矿点产于白垩纪蛇绿杂岩第三层玄武岩中的页岩夹层上，矿体呈似层状，矿化以网脉状为主。上述两种矿化都是与玄武岩同生的矿化；是与洋脊火山作用有关的热液活动在洋底上形成的。

4. 帕米尔—喜马拉雅成矿省成矿时代及控矿因素

一、中阿富汗地区

(一)成矿时代

已确定与火山作用有成因联系的内生金属矿有 4 个成矿时代。

前寒武纪铜矿化与文德-寒武纪时期的火山-沉积建造有关。

古生代-早中生代 由两个成矿阶段组成。早石炭世阶段的矿化与地槽型岩浆作用有关。主要以热液型块状硫化物铜矿及铅-锌-金建造为代表。三叠纪阶段的成矿作用与造山期岩浆作用有关。晚三叠世亚阶段的矿化作用与火山-深成岩体同时生成，与其有关的次火山侵入杂岩产有包括铜、铅-锌、金和银的矽卡岩型与热液型矿床。

白垩纪-早第三世 矿化作用与活动断块的岩浆作用密切相关。有的矿化作用与同造山期火山-深成岩杂岩体有关。控矿构造相应于中间地块及背斜隆起等构造演化较稳定的地块，这些构造主要控制着酸性火山活动和有关的铜、铅-锌、金等矿化作用。

晚第三世-第四纪 该矿化阶段产生两组不同的矿化作用。第一组，也是最丰产的一组，包括有远成热液汞、铅-锌、金、锰等矿化作用，铅-锌矿化和萤晶石、萤石的矿化有密切关系。锰矿化与重晶石-铅-锌矿化紧密相联，小的铜、铅、锌矿化与汞矿化有关。它们与岩浆作用虽没有明显的空间联系，但其形成可能与岩浆活动有着一定的联系。第二组矿化与第四纪火山作用及岩浆侵入活动有关，形成以铜、铅-锌、金等矽卡岩型及热液型矿化。

(二)成矿构造因素

形成于每个不同矿化时期的内生金属矿化作用都有其独自的确定的构造关系。

前寒武纪成矿时期的矿化作用出现在古老的固化构造断块中,矿化作用限定在前寒武纪岩浆岩中。古生代-早中生代成矿时期的内生矿化作用与华力西构造-岩浆岩密切相关。矿化作用限定在岩浆岩与断裂带之中。自垩纪-老第三纪的矿化作用与活动断块的活动密切相关,控矿构造是中间地块的背斜隆起等构造演化稳定的构造单元之中的硅铝构造地块。这些构造主要控制着酸性火山-侵入作用和有关的矿化作用。与新第三纪-第四纪有关的矿化作用限定分布在后华力西期年青地台和贝加尔褶皱区的叠加拗陷中。区域断裂和火山构造控制着新第三纪-第四纪的铅-锌、汞矿化作用。

矿石建造与火山作用有成因关系的内生金属矿石建造列于表 5—1。

成因类型	矿石建造	主要矿物	矿例	有关的岩浆岩
岩浆成因型	稀土-碳酸盐岩	重晶石 萤石 烧绿石 独居石 碳酸锶 碳酸钡	哈迪欣	与第四纪响岩-碳酸盐岩火山活动有关
深成成因型	斑岩-铜矿	辉铜矿 斑铜矿 黄铜矿 辉钼矿		与中新世-渐新世火山-深成岩有关
远成热液成因型	汞 铅-锌-重晶石 铅-锌	辰砂 黑辰砂 黄铁矿 方铅矿 闪锌矿 雄黄 毒砂 重晶石 方铅矿 闪锌矿 黄铁矿 方铅矿 闪锌矿 黄铜矿 黄铁矿	卡耐克 卡拉伯 德伦加尔	与第三纪、第四纪岩浆活动期间形成的岩浆杂岩有直接关系
	次火山交代建造 层状黄铜矿-斑铜矿	黄铁矿 闪锌矿 黄铜矿 磁黄铁矿 斑铜矿 黄铜矿 辉铜矿 自然铜	夏达 巴尔卡布 艾纳克 达尔班	与早石炭世和晚二叠世火山岩有关 与文德纪-寒武纪变质火山-沉积岩层密切相关

表 5-1 与火山活动有关的内生金属矿石建造表

二、巴基斯坦俾路支地区

(一)成矿时代

矿化作用主要形成于白垩纪-早第三纪时期,铅-锌、铜、金、银、汞和锰等矿化的形成与该区钙碱性岩浆岩带和蛇绿岩带有关。

(二)成矿的构造-岩浆环境

巴基斯坦俾路支地区的内生金属矿产资源形成于两个不同的构造-岩浆活动环境。查曼钙碱性岩浆岩带,主要有铜和铁矿,如上所述有以下几种成矿类型:

萨因达克附近的斑岩铜矿床及其外围的多金属矿化晕圈,紧靠着科依萨尔坦层状火山岩顶部的更新世的自然硫覆盖层,这种自然硫代表着深部正在活动的斑岩铜矿系统的喷发物。

塔拉卢克层状铜矿床,是由辉铜矿构成的层状堆积体,是白垩纪时海底火山活动的喷发产物;马施凯查黑矿型块状硫化物矿床,形成于海底热液系统的上涌地段。

上述各型矿床皆是俯冲带之上的大陆壳或大洋壳岩浆弧所特有的。尽管黑矿型块状硫化物矿床与岛弧环境密切相关,但仍然认为其处于属安第斯型大陆边缘弧的环境。白垩纪时期形成的矿床形成于印度板块与伊朗-阿富汗板块碰撞之前,而萨因达克斑岩型铜矿床则产在俯冲作用以后。从查盖带中的铜矿和铁矿床朝向陆地的方向,在阿富汗西部出现的一些铅、锌、铜矿床,标志着有早第三纪发生的可能的浅倾斜俯冲带。

(三)蛇绿岩带-缝合带

在杰曼蛇绿岩带有似层状和细脉浸染及团块状锰矿床产于玄武岩之上或玄武岩中。这种氧化锰矿床是洋中脊火山作用有关热液活动的产物,表明中生代时期,特提斯海及其扩张中心向南迁移,该处正处于缩小的特提斯海的扩张中心—洋脊地带。中生代末,两个大陆地块(伊朗-阿富汗和印度地块)靠拢碰撞,在缝合带形成蛇绿岩带。

北印度及中印度成矿省

1. 北印度成矿省

一、比伐尼—克特里—锡罗希多金属成矿带

该成矿带北起哈里亚纳邦的比伐尼地区,经拉贾斯坦邦锡卡尔县的克特里铜矿带,南至拉贾斯坦邦的锡罗希地区和古吉拉特邦帕朗普尔县的阿姆巴马塔矿区,基本上与阿拉瓦利山脉一致。该成矿带位于北印度地盾的西部,处于拉贾斯坦大断裂的西北侧和阿拉瓦利复向斜的西北翼。出露地层为中元古界德里群。德里群受区域构造运动的影响,遭受了强烈的挤压和变质,褶皱、断层、裂隙和剪切带发育。该成矿带是一个发育在前寒武纪地层中以热液型为主的多金属成矿带。大多数的铜、铅、锌矿床都是受构造控制的热液交代:充填矿床,其与古火山活动的联系还不太清楚,初步确定与古火山有关的有克特革铜矿带。此外,成矿带内还发育有德干高原玄武岩风化残余型铝土矿床。该成矿带包括一个铜矿带、一个多金属矿带。

克特里铜矿带 矿带位于拉贾斯坦邦锡卡尔县境内,处于阿拉瓦利—德里山脉带的西北部,总长约 80km。矿带内已发现数十个矿点,其中有 4 个较大型的铜矿床和一个黄铁矿—磁铁矿矿床。克特里铜矿带的地质特征大体相似。矿床与围岩大致整合。

矿例

马丹—库丹铜矿床位于克特里铜矿带的北部边缘。矿区内出露地层从中元古界含磁石英岩、角闪石英岩、绿泥片岩、云母片岩和干枚岩。含矿岩石为角闪石英岩。矿区内有数条断层通过,断层通过地带形成裂隙、破碎带。裂隙中常充填有黄铜矿石英脉。矿

带内工业矿体呈北东—南西向带状延伸长达 3km。矿体主要产于角闪石英岩和绿泥石片岩中，少部分产于绿泥石片岩与干枚状片岩的接触部位。

矿体主要由石英—黄铜矿—磁黄铁矿细脉组成，有的矿脉由网脉状和浸染状矿化组成。主要矿物为黄铜矿、黄铁矿和磁黄铁矿。从总体上看，矿体与围岩大致呈整合关系。但具体产态较复杂，有的呈巢状和透镜状。含矿脉体周围有硅化现象。矿区阿有强烈交代蚀变的角闪石粗玄岩、黑云母化粗玄岩和绿泥石化粗玄岩产出，这些粗玄岩与围岩片理斜交，足含矿岩系区域变质之后形成的。根据矿体与围岩大致呈整合产出，含矿岩系岩石主要为角闪石石英岩、绿泥石片岩、长石石英岩等，这些岩石可能是由基性、酸性火山岩变质形成，因此，矿床的形成与火山活动有关，属层控火山热液型矿床。科里汉、阿克瓦利和萨特奎等铜矿床的成矿特征大体与马丹—库丹铜矿床相似。

阿耳伐尔—扎瓦尔多全属成矿带该带北起拉贾斯坦的阿耳伐尔，经比耳伐腊南西至乌代普尔县的扎瓦尔多铅—锌矿区。

该成矿带处于北印度地盾的西部，拉贾斯坦大断层的东南侧和阿拉瓦利复向斜的东南翼。该区出露地层主要有太古代片麻岩、下元古界阿拉瓦利群和中元古界德里群。该矿带是一个与火山活动有关的沉积—变质多金属成矿带。带内拥有印度最主要的铅、锌矿产地和一个重要的铜矿产地。

矿例

兰普拉—阿古查铅—锌矿床 位于拉贾斯坦邦比耳伐腊县的白赫利以东 8—12km 的区域内。矿床矿石储量 6110 万吨，含铅 1.6%，锌 13.8%。矿区内主要岩石是太古代前阿瓦利群的条带状片麻岩。由沉积岩、混合岩、花岗岩及各种成分的基性侵入岩组成。石英—云母—矽线石片麻岩和片岩是具有经济价值的矿化主岩。构造上该区是一个双倾伏同斜向斜褶皱构造。矿体及围岩经受了高级变质作用和退化变质作用。矿层总的走向与围岩走向平行，为北东向。矿层宽度沿走向和倾向都有变化。南部最宽处达 100m，北部最窄处宽仅 2m。矿体受双倾伏向斜控制，随向斜倾伏而尖灭。主要矿石矿物为闪锌矿、黄铁矿、磁黄铁矿和方铅矿。主要脉石矿物为石英、长石、云母和少量的角闪石。矿层与顶底板的接触界线明显。靠顶板一侧的品位高且矿层宽度大，中间部位品位低，靠底板一侧的品位高，但矿层窄，根据矿床矿体厚度大、矿石呈块状、金属含量高、初期矿物晕带状结构、有石墨物质等特征，被认为是一种属火山—沉积的块状硫化物矿床。

印度地质学家认为，在向来认为不利于贱金属矿化的太古代基底片麻岩中发现这样又大又富的铅—锌矿床具有重要意义，为在相同地质条件下寻找类似矿床开辟了新的前景。

达巴拉—拉杰普拉铜—铅—锌矿床 位于拉贾斯坦邦乌代普尔东北约 76km。矿区出露地层为下元古界阿拉瓦利群。主要有石墨云母片岩、钙硅酸盐岩、钙质黑云母片岩、透闪石大理岩、白云岩、角闪岩和石英岩组成。构造上是一个倒转的向斜。有经济价值的硫化物矿化发育在石墨云母片岩、硅质白云岩和钙硅酸盐岩中、沿石墨云母片岩与透闪石大理岩之

间的接触部位。矿化带延伸 17km，矿化一般呈层状和条纹状，也有的呈细脉状。主要硫化物为闪锌矿、方铅矿、黄铜矿、黄铁矿和磁黄铁矿。达里巴有两个主要的矿脉。主矿脉 2200m。矿物分布有明显的分层性。黄铜矿、黝铜矿和方铅矿产在下盘。闪锌矿和方铅矿产在上盘。东矿脉长 600m，平均厚 19m，延深 300m。拉杰普拉有两条矿脉。南矿脉长 550m，北矿脉长 900m，平均厚分别为 18m 和 14m，延深分别为 500m 和 300m。北矿脉和东矿脉基本上是铅、锌矿体，南矿脉是铜、铅、锌矿体，主矿脉二者兼有。

对矿床成因有不同认识。一种看法认为是与火山活动有关的同生沉积矿床。至于矿床的储量和品位，各个资料报道的数据不一。矿石储量有 4000 万吨和 2497 万吨两说，铅品位 1.2%、3.5%、3.6%和锌品位为 3.7%、5.5%、6.5%、7.0%多种说法。总之，该矿床是印度一个规模大、品位高的要铜、铅、锌矿床。

扎瓦尔铅—锌矿床 位于拉贾斯坦邦乌代普尔县城南 45km 处。该铅、锌矿床是印度铅、锌矿石储量最大的矿床，也是截止 1975 年时印度唯一的铅、锌矿产地。矿床拥有矿石储量 1.2 亿吨。平均品位铅为 1.8%、锌 3.5%，铅、锌合计品位 3%—24%，变化较大。

该区出露地层为下元古界阿拉瓦利群板岩、千枚岩、云母片岩、白云岩、石英岩和硬砂岩等。构造上处于北东方向的倒转复向斜内。主要矿石矿物为闪锌矿、黄铁矿、方铅矿。矿体呈层状，具层控到层状特征。关于矿床的成因有两种看法。一种看法认为属同生沉积。另一种看法认为是热液交代、裂隙充填矿床，硫化物物质来源可能与火山活动有关。

二、古吉拉特邦海岸铝土矿成矿带

该矿带包括古吉拉特邦的卡奇平原和卡提瓦尔半岛的沿海地带，处于北印度地盾的最西端。这里广泛分布着德干暗色岩—高原玄武岩。铝土矿是高原玄武岩风化残余形成的块状、面型铝土矿，属风化残余红土型铝土矿床。总储量约 1 亿吨。矿石中 Al_2O_3 的含量一般为 52%—55%。

三、北方邦南部铝土矿局毛矿带

该矿带包括北方邦南部从拉利特普尔县到班达县境的一些地区。该矿带位于北印度地盾的东南部，出露地层是上元古界温德亚群。该带内的主要铝土矿床属温德亚群中的砂页岩风化形成的残余型铝土矿。与火山岩无关。在拉利特普尔县的得加尔一带，在上述砂、页岩之上还零星覆盖了一些德干暗色岩。这些暗色岩经原地风化也形成了残余型铝土矿和红土。

2. 中印度成矿省

该区与火山活动有关矿产有铝、铁、锰、铜和铀。可划分 4 个成矿区(带)。

一、迈卡拉—马因帕特高原铝土矿成矿区

该成矿区位于贾巴尔普尔—巴拉加特一线以东，安比卡普尔以西，比拉斯普尔以北之间的迈卡拉高原和马因帕特高原地区。构造上处于中印度地盾的东北部，马哈纳迪地堑的两侧。该地区广泛分布着德干暗色岩，迈卡拉高原几乎全被德干暗色岩覆盖。铝土矿就是由德干暗

色岩风化形成的。铝土矿呈大量不规则状透镜状发育于德干暗色岩原地风化形成的红土剖面中，属残余红土型铝土矿床。铝土矿夹在红土和铝质红土中，红土层下面是密高岭土。有的地方铝土矿直接盖在密高岭土之上，而没有插入红土。红土剖面下面即德干玄武岩。典型的红土—铝土矿剖面见表 7—1。

表7—1 中央邦的红土剖面

层 序	厚度(m)	岩 性 描 述
土 壤	0—5.5	灰色到暗绿色和肥土色。逐渐变为粉红色的murren
豆状红土	0—5.0	浅粉红色到淡黄色和砖红色，豆粒状。
铝质红土	0—3.0	粉红奶油色，含有豆状红土或多孔状红土的囊状体和细脉。
铝土矿	0—6.0	灰色、白色、奶油色，豆状，有些地方呈块状，具有节理。
铝质红土	0—2.0	粉红灰色、杂色，块状或豆状，有些地方呈多孔状和洞穴状。
铝质红土	4.0—15.0	暗红色到砖红色和鲜红色，多孔状、蠕虫状，孔穴常常被褐铁矿质粘土充填，有很少量风化了了的块状暗色岩的夹杂物。
密高岭土	1.0—22.6	浅灰色、黄红色、暗红色，深绿色，软粘土。
德干玄武岩		

矿例

阿马坎塔克铝土矿床位于中央邦曼德拉、比拉斯普尔和沙多贝三县交界地带。实际上是由若干个矿床组成的一个矿区。其中较大的矿床有 3 个。该铝土矿床是由下伏的德干暗色岩玄武岩原地风化形成的残余红土型铝土矿床。铝土矿主要由三水铝石和含铁铝土矿组成，伴有少量的软水铝石、高岭土和锐钛矿。矿石一般为致密块状，矿层厚 10cm — 5.5m，长 50—800m，宽 20—30m。矿石总储量为 3200 万吨。矿石含 Al_2O_3 46%—50%， SiO_2 2.88%—4.50%， Fe_2O_3 12.36%—18.00%， TiO_2 7.5%—50.0%。

二、安比卡普尔—洛哈尔达加铝土成矿区

该成矿区位于中央邦的安比卡普尔县以南、洛哈尔达加以西的乔塔那格普尔高原地区。构造上位于中印度地盾的西北部。马哈拉迪地堑的东侧。出露地层主要为太古界，其上零星出露了一些德干暗色岩，铝土矿系德干暗色岩风化残余形成，规模属中型，矿石储量一般在 100 万吨以下，含 Al_2O_3 54%—60%。

该区东部尚有 7 个由花岗片麻岩遭受红土、铝土化作用而形成的铝土矿床，储量一般在 100 万吨以上，含 Al_2O_3 47%—54%。

三、柴巴萨—基翁贾尔铁、锰成矿带

该成矿带北起比哈尔邦辛格布姆地区的柴巴萨，南西延伸到奥里萨邦的基翁贾尔和博奈地区。位于中印度地盾的中部。出露地层是太古界铁矿群。该铁矿群是一套含铁沉积岩系，其中最重要的部分是厚达 305m 的条带状赤铁石英岩(碧玉岩)。赤铁石英岩之下部为千

枚岩、凝灰岩、页岩、砾岩和基性火成岩，其上部为千枚岩、凝灰岩、页岩、砂岩，含有锰和少量白云岩。有人认为大部分页岩可能由凝灰质物质组成。也有人认为其中某些千枚岩和页岩原来就是火山凝灰岩。它们或被硅化，或在与条带状含铁岩石的接触部位在一定程度上被铁交代。在一些地方，千枚岩是含锰的，并部分地被锰矿所交代。

该区铁矿群构成一个走向为北北东—南南西、向北东倾伏的不对称的大复向斜。从辛格布姆县的柴巴萨地区到基翁贾尔县搜博奈地区的该铁矿带罩有几十个铁矿床，早北东—南西向展布。其中有 8 个足大型矿床。该区铁矿均产在铁矿群的条带状赤铁矿石英岩中。这种赤铁矿石英岩(或赤铁矿碧玉岩)是由含有不同比例的氧化铁和二氧化硅的碧玉和赤铁矿交互成带组成的。该条带状赤铁矿碧玉岩在次生富集带经过去硅作用，氧化富集而形成赤铁矿富铁矿石。这种次生富集作用不仅影响含铁建造，而且，也使与其伴生的某些页岩和凝灰岩物质变成相当好的矿石。有些下伏在赤铁矿碧玉岩之下的页岩由原生页岩逐渐变成含铁达 60% 以上的富铁矿石。有 4 个矿石类型：块状矿石，品位为 68%—70%；纹层状矿石，品位为 55%—60%；页岩状矿石，品位 50%；粉末状矿石，品位 66%—69%。总储量有 26.83 亿吨，其中 8 个大型铁矿床的矿石储量都在 1 亿吨以上至 3.55 亿吨之间，品位为 60%—64%。

该矿床的成因属沉积变质，但有人认为铁矿物质的来源与海底火山喷发有关。在太古界铁矿群含铁建造页岩系中有早板状、透镜状的锰矿产出。这种同生的沉积—变质锰矿床在风化作用下发生了次生富集作用，形成了大量红土型锰矿石。矿石丰要为软锰矿、硬锰矿和隐钾锰矿组成。贾姆达—科伊拉锰矿床的矿石储量为 3600 万吨，品位 41%—57%。

四、辛格布姆铜—铀、金成矿带

该成矿带主要位于比哈尔邦的辛格布姆县境内，顺着向北凸出的辛格布姆弧形剪切带展布，是印度最重要的铀、铜矿带之一。该成矿带位于中印度地盾靠东侧的部分。辛格布姆剪切带具有通向地幔和有多期活动的特性，对成矿起着控制作用。其中铜矿主要集中在东部长约 50km 的矿带中，而最重要的铜—铀矿带主要产于 20km 的地段内。该区出露地层为太古界和中元古界片麻岩、片岩。矿化主岩是一套泥质的石英岩、角闪石—绿泥石—绢云母片岩，其次是石英—电气石变粒岩和电气石—角闪石—绿泥石—石英片岩。矿带内各类岩石皆有不同程度的绿泥石化、角闪石化、绢云母化和长石化。成矿带的铜、铀矿床和金矿点均产在辛格布姆剪切带的北侧。已知铜矿床有拉卡哈、苏尔达、莫沙巴里等 11 处。已开采的有莫沙巴里、苏尔达等 4 处。大部分地区都发现有铀的矿化。有工业意义的地区有丹图帕—普兰登格里、巴格贾塔—莫尼拉贾尼亚等 8 处。

铜矿床的矿体产出受剪切构造控制，沿着断裂、压碎带和角砾岩带分布。剪切构造带中主要为黑云母—绿泥石—石英片岩、石英角砾岩和变火山岩等。主要矿石矿物为黄铜矿、黄铁矿和磁黄铁矿。矿带内的 11 个铜矿床中多数为大、中型矿床，平均品位为 1.1%—2.0

%。矿石总储量为 4.56 亿吨，铜金属储量为 225 万吨，是已开采达 300 年之久的世界有名的产铜老矿山。

铀矿床 受剪切带控制，呈浸染状产出。在剪切带的中部和西部，铀矿化产于查伊巴组底部和铁矿群的分界面。在东区铀矿化产于丹佐里群的绿泥石—黑云母—绢云母—石英片岩中。铀矿分晶质铀矿、沥青铀矿、难溶含铀矿物和含铀铁氧化物等数种。铀矿石总储量 178 万吨。关于成矿带内铜、铀矿床的成因，印度的地质学家们一直有不同的看法。最近，K·K·马库等人提出了该矿带的矿化成因模式。其主要内容为：1. 含矿建造为一套火山—沉积变质岩；2. 含矿岩石物质主要来源于花岗岩和基性、酸性、超基性岩、火山岩，火物质来源于地幔沿基底断裂向上的喷发；3. 辛格布姆剪切带是一个插向深部的断裂或断裂束，在火山—沉积物沉积盆地形成时早已存在。随着盆地的加深，这条张性断裂就成为基性—超基性、酸性火山岩的聚集场所；4. 矿带中的沉积变质岩主要成分为杂砂岩、凝灰岩、火山灰、砂、砾岩及页岩等。杂砂岩主要来源于火山岩的风化，长石砂岩来源于花岗岩；5. 铜、铀矿化均为一种与基性火山活动密切相关的热液—层控—同生沉积型矿化。成矿作用来源于海底火山口的喷气。

结论：辛格布姆剪切带中的铜、铀矿是层控型的，是与基性火山岩（部分为科马提岩）密切相关的同生沉积—热液型矿床。通向地幔的基底断裂是火山岩溢出的通道，并控制着盆地的构造、沉积物的形成和后期构造的发展和变质作用。

另外在辛格布姆剪切带西段北侧的千枚岩、片岩和石英岩中，发现了一些含金的石英脉。